

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU TEKNIikka

Ruonakoski Antti

Viljankuivaamon automaation uusiminen

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Sähkövoimatekniikka
Kemi 2010

ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyötäni edesauttaneita ihmisiä. Sähköasennus E Mattilalta Timo Mattila mahdollisti työn tekemisen kyseiseen kohteeseen. Kiitän myös oppilaitoksen puolesta ohjaajana toiminutta Aila Petäjäjärveä. Suurkiitos myös perheelleni, joka on tukenut ja joutunut joustamaan koko opiskeluajan.

TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö	
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Opinnäytetyön tekijä	Antti Ruonakoski
Opinnäytetyön nimi	Viljakuivaamon automaation uusiminen
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	1.12.2010
sivumäärä	32 + 22 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	Ins. Aila Petäjäjärvi
Yritys	Sähköasennus E Mattila
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	Ins. Timo Mattila

Työn tarkoituksena oli viljankuivaamon ohjauskeskuksen uusiminen ja muuttaminen logiikkaohjatuksi. Ohjauskeskuksen uusiminen oli ajankohtainen, koska alkuperäinen ohjausjärjestelmä oli vuodelta 1975. Järjestelmä oli toiminnaltaan jo epävarma ja vaati toistuvaa kunnostamista. Tarkoituksena oli korvata vanha releillä toteutettu ohjauskeskus kokonaan uudella keskuksella, jossa järjestelmää ohjataan soveltuvalla logiikalla.

Työhön kuului vanhan järjestelmän toiminnan selvittäminen, jonka pohjalta uusi järjestelmä suunniteltiin. Laitteiston ohjaukseen valittiin soveltuva logiikka, jolle suunniteltiin ohjelma. Lisäksi laadittiin järjestelmästä tarvittavat piirikaavio- ja pääkaaviokuvat, jotka voitiin toimittaa keskusvalmistajalle tarjouspyyntöä varten.

Keskuksen asennus ja käyttöönotto sekä käytön opastus jäi tehtäväksi myöhemmässä vaiheessa ennen seuraavan kuivauskauden alkua.

Asiasanat: automaatio, logiikka, suunnittelu.

ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Electrical Engineering
Name	Antti Ruonakoski
Title	Automation Modernization of the Drying plant of Grain
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	13 April 2010
Pages	32 + 22 appendices
Instructor	Aila Petäjäjärvi, BSc
Company	Sähköasennus E Mattila
Contact Person/Supervisor from Company	Timo Mattila, BSc

The purpose of the thesis was to renew the control system and logic of a grain dryer. The renewal was urgent because the old control system was from the year 1975 and unreliable and it needed maintenance during action.

The work includes recitation of the systems function principles and planning of a new logic control with software and electric plannings that makes modernization possible.

The installing, deployment and usage instructioning of the system were left to be completed in a later phase, before the next harvest season.

Keywords: automation, logic, planning.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	I
TIIVISTELMÄ	II
ABSTRACT	III
SISÄLLYSLUETTELO	IV
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	V
1. JOHDANTO	1
2. VILJANKUIVAAMO	2
2.1. Historia	2
2.2. Toimintaperiaate	3
2.3. Kuivauksen tarkoitus	5
3. TILALLA OLEVA KUIVAAMOLAITTEISTO	6
3.1. Toimintakuvaus	6
3.1.1. Kuivaamon täyttö	6
3.1.2. Automaattikuivaus	6
3.2. Laitteisto	7
4. OHJAUSKESKUKSEN SUUNNITTELU	9
4.1. Tarvittavat toiminnot	9
4.2. Ohjausjärjestelmä	9
4.2.1. Tulot ja lähdöt	11
4.2.2. Logiikan valinta	11
4.2.3. Logiikka	13
4.2.4. Logiikkaohjelman suunnittelu	15
4.2.5. Logiikkaohjelma	15
4.3. Ohjauskeskus	16
4.3.1. Viranomaisvaatimuksia	16
4.3.2. Hätäpysäytys	16
4.3.3. Käynnistystavat	17
4.3.4. Pääkaavio	21
4.3.5. Ohjauspiirikaavio	27
4.3.6. Keskuksen layout	28
5. OHJEET	29
5.1. Testaus ja käyttöönotto	29
6. YHTEENVETO	30
7. LÄHDELUETTELO	31
8. LIITELUETTELO	32

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

I/O	Input/Output, tulo/lähtö. Tulojen avulla saadaan tietoa järjestelmän tilasta ja lähtöjen avulla järjestelmää ohjataan.
DI,DO	Digitaalitulo, Digitaalilähtö. Yleensä jänniteviestin avulla ilmaistaan signaalin tila, 1 tai 0.
PLC	Ohjelmoitava logiikka, (Programmable logic controller)
NC	Numerical Control, numeerinen ohjaus, jossa työstö- tai muuta konetta ohjataan sovitun koodin mukaisilla merkeillä.
PID	Proportional-integral-derivative, säädin, jossa tulon ja lähdön suhdetta (P) muutetaan integroimalla (I) erosuuretta ajassa ja derivoimalla (D) erosuureen muutosnopeutta.
IEC	International Electrotechnical Commission

1. JOHDANTO

Niin kuin yritysmaailmassa yleensä myös maataloudessa on tärkeää toimia tehokkaasti ja taloudellisesti pitääkseen toiminnan kannattavana. Haastavaksi asian tekee se, että maantieteellisen sijaintimme vuoksi kasvukausi on suhteellisen lyhyt. Niinpä tehokkaat ja toimivat välineet sadon korjaamiseksi ovat erittäin tärkeässä asemassa.

Yksi tuotantoala maatilalla, johon tämä opinnäytetyö tehtiin, on viljan kasvattaminen. Hyvät kasvuolosuhteet sekä viljasadon korjaamiseen käytettävä kalusto antavat perustan laadukkaalle viljatuotteelle, mutta myös viljan kuivaus jatkokäsittelynä on erittäin tärkeässä roolissa ajatellen hyvän säilyvyyttä ja loppukäyttöä.

Maatilalla oleva viljankuivaamo on rakennettu alun perin v.1975, mutta sitä on uudistettu v. 2005 vaihtamalla käytännössä koko kuivauslaitteisto uuteen, mutta jättämällä vanha ohjausautomaattiikka käyttöön. Vuosittain kuivauskauden aikana on ilmennyt toistuvaa tarvetta ohjausautomaatiikan korjaamiseen sen toiminnan ylläpitämiseksi. Vanha ohjausjärjestelmä keskuksineen on toteutettu ajanmukaisesti releillä, mutta vuosien saatossa on kytkentöjä kuitenkin jouduttu muuttamaan, eikä tarvittavia muutoksia ole välttämättä päivitetty sähköpiirustuksiin. Vian haku on tästä syystä osoittautunut todella haastavaksi. Niinpä on tullut tarve uudistaa myös ohjausautomaattiikka vastaamaan nykypäivän tarpeita ja varmistamaan häiriötön toiminta kiireisen kuivausjakson ajan. Uudistuksessa oli tavoitteena suunnitella uusi ohjauskeskus, jossa automaatio toteutetaan logiikkaohjauksena sekä tuottaa tarvittavat kuvat sekä logiikkaohjelmat käyttöönotto-ohjeineen.

Työ käynnistyi tutustumalla kuivausprosessiin ja kuivaamon toimintaan teoriassa sekä laitteistosijoitteluun itse kuivaamorakennuksessa. Laitteistoon perehtymisen jälkeen laadittiin toimintakuvaus vanhasta järjestelmästä sekä listaus nykyisistä sähkölaitteista, kuten moottorit ja anturit. Näiden tietojen pohjalta aloitettiin uuden ohjausjärjestelmän suunnittelu, johon kuuluu keskuskaavio piirikaavioineen sekä soveltuvan logiikan valinta ja logiikkaohjelman teko. Viljankuivaamon käyttöolosuhteista johtuen myös tarvittavat viranomaisen asettamat määräykset on otettava huomioon suunniteltaessa kuivaamolaitteiston automaattiikkaa.

2. VILJANKUIVAAMO

2.1. Historia

Aikojen alussa viljaa kuivattiin olkineen kiukaalla lämmitetyssä parsiriihessä, jonka jälkeen viljan puinti tapahtui varstoilla tai kepakoilla. Tämä tehtiin ihmistyönä. Tulipalot olivat tuolloin yleisiä. /5/

Vähitellen riihi muuttui kuivaushuoneeksi, kun luonnollisella vedolla toimivat kuivauslaitteet yleistyivät. Katosta ripustettuihin kuivauspattereihin vilja valutettiin kapeista aukoista pattereiden yläpuolelta. Patterit oli varustettu vinoilla säleseinnillä, joiden kautta ilma pääsi kulkemaan viljan läpi. Raikasta ilmaa tuli kiukaan vierestä ja lämmitettyään se kulki viljan läpi poistokanavaan ja rakennuksen katolta ulos. Kiuas lämmitettiin tavallisesti päivällä ja vilja jätettiin yöksi pattereihin kuivumaan. Aamulla vilja valutettiin kuivaushuoneen lattialle avaamalla pattereiden pohjaluukut. Lattialta vilja säkitettiin. /5/

Yleensä viljan kuivaus jatkui läpi koko syksyn puintiajan. Viljaerän kuivaaminen saattoi kestää kosteuden takia jopa kaksi vuorokautta. Jyvien kosteus todettiin puraisemalla tai veitsellä katkaisemalla. /5/

Kehityksen myötä kuivaushuone muuttui eräänlaiseksi kuivauskaapiksi. Tiiviissä lämmönpitävässä kaapissa olivat säleseinnäiset viljapatterit ja kaappi oli sijoitettu kuivaushuoneen päällä olevaan aukkoon. Lämmin ilma nousi kuivaushuoneesta kuivauskaappiin ja kulkeutui viljan läpi poistohormiin ja edelleen ulos. Kaappikuivurit yleistyivät 1930-luvulla ja niitä käytettiin 1950-luvulle asti. /5/

1930-luvun loppupuolella kehitettiin ensimmäinen koneellinen kuivuri, joka on nykyisten kuivureiden perusmuoto. Kuivaussiilo rakennettiin päällekkäin kasattavista puisista laatikoista, joiden läpi oli ilmanakanavat lämmintä kuivausilmaa ja kosteaa poistoilmaa varten. Siilon yhdellä sivulla oli täyttösuppilo, josta lähtevällä elevaattorilla siilo täytettiin. Siilon pohjassa oli koneellinen purkain, joka tyhjensi siilon säkityselevaattoriin. Säkityselevaattorista vilja voitiin ohjata uudelleen täyttösuppiloon, jolloin täyttöelevaattorilla voitiin kierrättää viljaa. Lämmönlähteenä toimi muurattu ilmaputkiuuni. Tulipesän päällä olivat ns. tuubiputket, joiden kautta ulkoa imetty ilma painettiin lietsolla kuivaussiiloon. Lietsosta johti erillinen pienempi putki säkityselevaattoriin. Tällä vilja jäähdytettiin kuivuria tyhjennettäessä. Polttoaineena käytettiin puuta. Ylipaineen vuoksi ei pitänyt olla tulipalon vaaraa, mutta tulipalot olivat silti yleisiä. /5/

1950 –1960-luvulla oli yleisesti laatikkokuivureista kehitettyjä lavakuivureita varsinkin pienemmillä tiloilla, joilla viljamäärä ei ollut kovin suuri. Säkikuivurit, jossa lämmin ilma johdettiin säkeissä olevan viljan läpi, olivat edelleen käytössä. Tuolloin maatiloilla oli yhteensä käytössä jo noin 25 000 kaappikuivuria ja noin 840 koneellista kuivuria. /5/

Suomessa kylmäkuivureiden ja lämminilma kuivureiden kehitys alkoi jo 1950-luvun loppupuolella. Kehityksen myötä nykyaikaiset kuivurit ovat lähes täysin automatisoituja. /5/

2.2. Toimintaperiaate

Nykyään käytössä olevia kuivurityyppejä ovat kylmäilma kuivurit sekä lämminilma kuivurit eri variaatioineen. Tässä työssä kuitenkin käsitellään lämmitetyllä ilmalla toimivaa kennokuivuria, jollainen maatilalla on käytössä.

Puitu vilja tuodaan kaatosuppiloon, joka on mitoitettu niin tilavaksi, että siihen mahtuu kerrallaan vähintään yksi kuivurillinen viljaa. Kuivuri täytetään elevaattorilla siten, että vilja joutuu kulkemaan esipuhdistimen kautta. Siinä erottuvat roskat ohjataan ulos tai pölysiiloon. Esipuhdistettu vilja johdetaan kuivurin viljasäiliöön. Vilja valuu tasaisesti joka puolelle kuivauskennoja. /3/

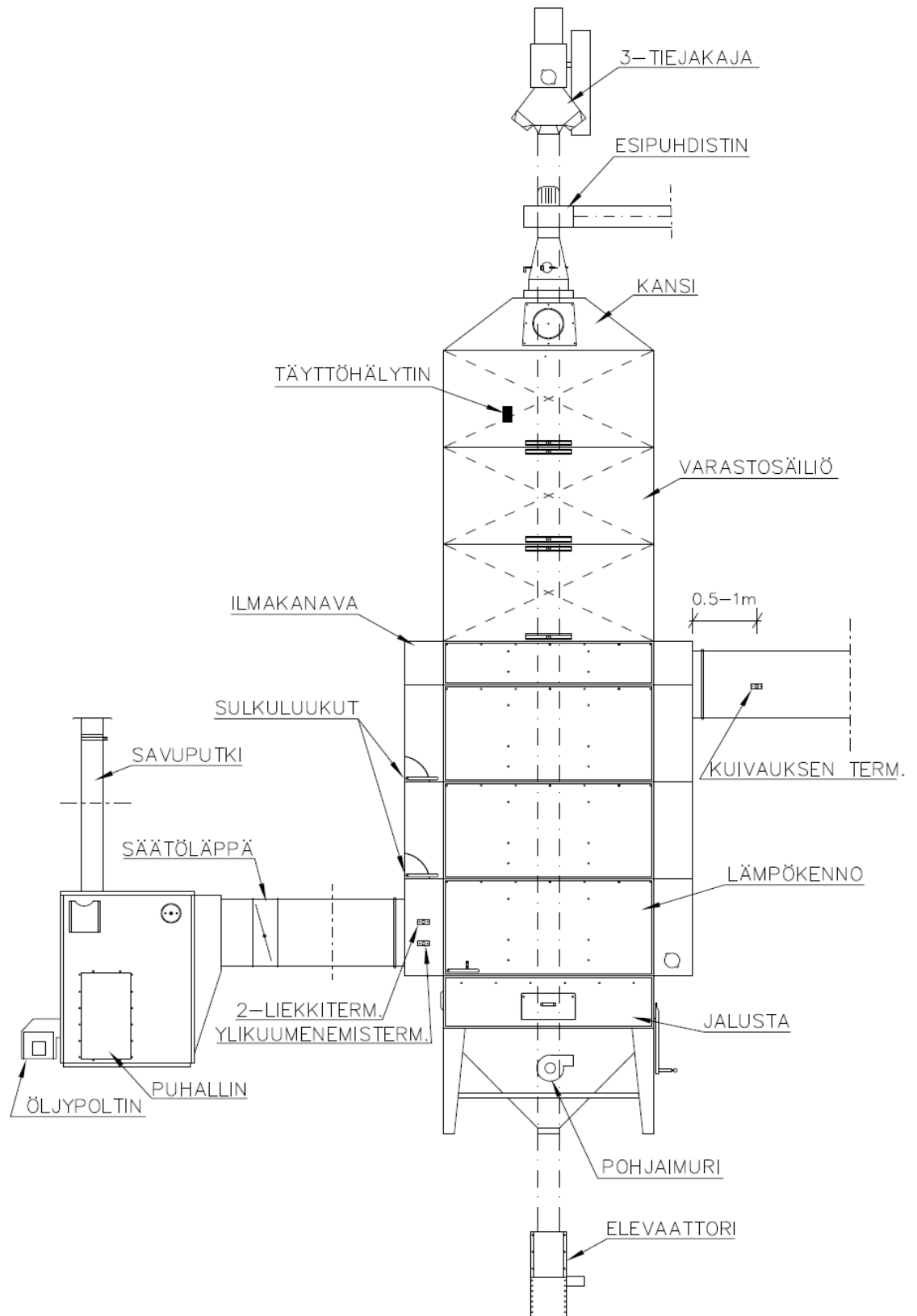
Kuivauskennojen alapuolella on kuivurin jalustaosa, jossa on syöttölaite viljan kierrättämistä varten. Jalustaosassa voi olla lisäksi pohjaimuri, jolla kuivatusta viljasta poistetaan roskat. Syöttölaitteen syöttötelan pyörimisnopeudella säädetään viljalle oikea kiertonopeus, joka riippuu viljan kosteudesta. (Erä kiertää kerran 1-3 tunnissa.) /3/

Koko kuivauksen ajan viljaa kierrätetään syöttölaitteen ja elevaattorin avulla läpi koko kuivurin. Kuivauksen jälkeen vilja jäähdytetään ja jäähdytetty viljaerä siirretään syöttölaitteessa olevan pikatyhjennyslaitteen avulla elevaattoriin, josta se johdetaan halutun varastosiiiloon tms. viljaputkistoa myöten. /3/

Kuivatusilman lämmittäminen tapahtuu kuivuriuunissa, joka muodostuu tulipesästä, lämmönvaihtimesta ja puhaltimesta. Ilma johdetaan uunihuoneen seinässä olevasta suojaverkolla varustetusta aukosta ilmaputkea pitkin puhaltimeen. Viljaerän kiertäessä kuivurissa johdetaan kuivausilma kuivuriuunista ilmaputkea myöten kuivurin ilmakoteloihin. Niistä lämmin ilma kulkeutuu joka toiseen solariviin ja läpäisee viljakerroksen tasaisella nopeudella. Lämmin kuivausilma ehtii irrottamaan viljasta vettä, eikä vain siirtämään sitä toiseen paikkaan. Kyllästetty ilma kulkeutuu poistopuolen solan kautta poistoputkeen sekä edelleen ulos. /3/

Viljan kosteutta tarkkaillaan mittaamalla poistoilman lämpötilaa. Kuivaaminen lopetetaan ja aloitetaan jäähdytys, kun katsotaan viljan olevan kosteuspitoisuudeltaan varastoimiskelpoinen. Kuivauksen automaattinen lopettaminen ja jäähdyttäminen hoidetaan poistoputkessa olevan termostaatin ja sähkökeskuksessa olevan kellolaitteen avulla. /3/

Kaaviokuva kennokuivurista on kuvassa 1, jossa on nimetty kuivurin pääosat, kuivuriuuni sekä kuivaamon rakenne kuljettimiseen ja ilmanavineen sekä niiden sijoittuminen kuivaamossa.



Kuva 1. Kuivaamon rakenne /3/

2.3. Kuivauksen tarkoitus

Vallitsevista sääolosuhteista johtuen viljan puinti joudutaan usein suorittamaan kosteissa olosuhteissa. Ongelmaksi muodostuu viljan kosteus, joka aiheuttaa lämpenemistä ja ravintoaineiden hajoamista. Viljan elintoiminnot jatkuvat ja viljan varastoaineita ravinnokseen käyttävät pieneliöt lisääntyvät, jolloin viljan laatu huononee ja määrä vähenee. Viljan pilaantuminen voidaan estää hidastamalla sen elintoimintoja ja estämällä pieneliöiden kasvu. /11/

Haitallisten pieneliöiden kasvu ja viljan laadun huononeminen voidaan estää kuivaamalla vilja 14 % kosteuteen. Viljan elävyys saadaan säilymään, mutta siemen on lepotilassa. Jyvän itävyys, mallastuminen ja leipoutuminen edellyttävät elävää viljaa, joka saavutetaan kuivaamalla vilja oikeaan kosteuteen. Puintikostean viljan nopea kuivaaminen sellaiseen kosteuteen ettei lämpenemistä enää tapahdu on tärkeää viljan säilymisen kannalta. Viljan säilymistä edistää puintiajan alhainen lämpötila. /11/

Viljassa on solujen sisällä sekä pinnalla kosteutta, joka kuivauksen avulla haihdutetaan pois. Viljan kuivuminen edellyttää lämmön siirtoa, koska siemen kuivataan haihduttamalla vettä sen pinnalta ja vesihöyryn lämpösisältö on suurempi kuin nestemäisen veden. Jotta siemen kuivuisi, on pinnalta tapahtuvan haihtumisen lisäksi tapahduttava myös kosteuden siirtymistä siemenen sisäosista sen pintaan, sekä pinnasta ilmvirran avulla ympäristöön. Kuivumisnopeus alenee kuivumisen edistyessä, sillä kosteuden siirtyminen pintaan on rajoittava tekijä. /11/

Nykyään palomääräykset eivät rajoita kuivauslämpötilaa, vaan korkein mahdollinen kuivauslämpötila on sovittava kuivurivalmistajan, palotarkastajan ja vakuutusyhtiön kanssa. Vanhoissakin kuivureissa kuivauslämpöä voidaan nostaa, mutta uunin suurinta sallittua öljymäärää ei saa ylittää, koska tällöin riskinä on uunin puhkipalaminen. Viljan kuivaaminen 100-asteisella ilmalla 70-asteisen sijasta vähentää kuivurin polttoaineenkulutusta 10–15 %. Lämpötilan nosto myös nopeuttaa kuivumista eli lisää kuivauskapasiteettia. Lämpötilan nosto yli 100 °C:een ei kannata, koska lisähyötyä ei enää saada, mutta lämpötilan nosto 80 - 90 °C:een kannattaisi vanhoissakin kuivureissa. Viljan itävyys ei vielä yleensä laske 80 °C:ssa, mikäli vilja kiertää vähintään kerran tunnissa. Useissa käyttötarkoituksissa ei viljan itävyydellä ole mitään merkitystä.

3. TILALLA OLEVA KUIVAAMOLAITTEISTO

Tilalla oleva kuivaamolaitteisto on Arskametalli Oy:n valmistama kennokuivuri ARSKA S, valmistusvuosi 2005. Kuivuriuuni on Antti Automatik 330A, valmistusvuosi 2005. Viljan siirtämiseksi varastosiiloon on lisätty myös tasoruuvikuljetin. Kuivaamon ohjausautomaattiikka on pääosin vuodelta 1975. Ainoastaan kuivaamolaitteiston uudistuksen yhteydessä on jouduttu lisäämään lämpötilan mittaukseen ajanmukaiset termostaatit sekä kuivaamon syöttölaitteen nopeuden ohjaukseen taajuusmuuttaja.

Tässä työssä käsitellään kuivuriuuniin liittyviä sähköistyksiä vain niiltä osin kuin ne liittyvät uudistettavaan keskukseen, koska siihen liittyvät sähköistykset ovat uusittu aikaisemmin laitteiston uusimisen yhteydessä ja ovat ajanmukaiset.

Kuivurin kuivauskapasiteetti on maksimissaan 8 prosentin kosteudenpoistolla 4810 kilogrammaa tunnissa sekä kokonaistilavuus 275 hehtolitraa, joka koostuu kuivauskennoston, varastosäiliön, kannen ja jalustan yhteistilaavuudesta.

3.1. Toimintakuvaus

3.1.1. Kuivaamon täyttö

Kuivaaminen aloitetaan täyttämällä kuivuri kääntämällä elevaattorin, esipuhdistimen käyttökytkimet asentoon 1 sekä kääntämällä ohjauksen valintakytkin asentoon E. Kuivaamon täyttyttyä kuivurin kannessa oleva täyttöhälytin havahtuu ja sytyttää keskuksessa olevan merkkilampun. Elevaattorin toimintaa valvoo pyörintävahti, joka pysäyttää moottorin, jos nopeus laskee liikaa tai pysähtyy kokonaan. Elevaattori pysähtyy myös käynnistytyn jälkeen, jos se ei ole saavuttanut riittävää nopeutta säädettyssä ajassa, esim. 10 sekunnissa.

Täyttöhälyttimen hälytettyä pysäytetään elevaattori ja esipuhdistin kääntämällä käyttökytkimet asentoon 0 sekä ohjauksen valintakytkin asentoon 0.

3.1.2. Automaattikuivaus

Automaattikuivauksessa kuivauksen säätötermostaattiin säädetään lämpötila, joka ohjaa öljypolttimen tehoa. Kuivauslämpötilan tulisi olla 70-75 °C. Tuloilmakanavassa olevalla termostaatilla rajoitetaan puhallettava ilma 80 °C (kuivurivalmistajan ohje).

Poistokanavassa olevaan säätötermostaattiin asetellaan haluttu lämpötila, jonka mukaan kuivaus lopetetaan ja aloitetaan viljan jäähdyttäminen.

Käyttökytkimet käännetään seuraaviin asentoihin

- Puhaltajan käynnistyskytkin käännetään 1-asentoon.
- Öljypolttimen käynnistyskytkin käännetään 1-asentoon. (vanhan öljypoltinjärjestelmän moottorinsuojakytkin on toiminut käynnistyskytkimenä.
- Elevaattorin käynnistyskytkin käännetään 1-asentoon.
- Syöttölaitteen käynnistyskytkin käännetään 1-asentoon.
- Esipuhdistimen käynnistyskytkin käännetään 1-asentoon.
- Pohjaimurin käynnistyskytkin käännetään 1-asentoon.
- Jäähdytysaikakello käännetään haluttuun jäähdytysaikaan (1-3 tuntia) ja painetaan säätönupissa oleva painiketta.
- Ohjelman valitsin käännetään AUTO-asentoon.

Puhallin käynnistyy, jonka jälkeen elevaattori, esipuhdistin, pohjaimuri ja syöttölaite sekä öljypoltin käynnistyvät. Viljaerän kiertonopeutta voidaan säätää syöttölaitteen taajuutta muuttamalla. Kun poistokanavassa olevan säätötermostaattiin asetettu raja saavutetaan, vilja on kuivanut riittävään kosteuteen (lämpötila-arvo haettu käytännössä kokeilemalla) ja öljypoltin pysähtyy. Jäähdytysaikakello käynnistyy ja pitää viljaerän kierrossa sekä puhaltimen päällä asetetun ajan, jonka jälkeen se pysäyttää laitteiston. Sähkökatkoksen sattuessa laitteisto käynnistyy automaattisesti portaittain uudestaan.

Tuloilmakanavassa oleva termostaatti sammuttaa öljypolttimen, jos lämpötila tuloilmakanavassa nousee 100 asteeseen ja jäähdyttää ilman 45 asteiseksi ennen kuin poltin voidaan käynnistää uudelleen. Termostaatin alarajalla varmistetaan, että puhallin pysyy käynnissä niin kauan, että lämpötila on laskenut 45-asteiseksi.

Kuivaamon tyhjentäminen tapahtuu käynnistämällä elevaattori sekä syöttölaite, jolloin saadaan viljaerä ajettua elevaattorin yläpäästä putkea tai tasoruuvikuljetinta pitkin varastosiiiloihin. Syöttölaite ei saa käynnistyä, jos elevaattori ei ole käynnissä ja elevaattorin pysähtyttyä myös syöttölaitteen tulee pysähtyä elevaattorin tukkeutumisen estämiseksi. Elevaattorin pyörimistä valvotaan pyörintävahdilla, joka on asennettu elevaattorin alapäässä olevan akselin päähän. Elevaattori pysähtyy, jos sen kierrosluku laskee 15 %.

3.2. Laitteisto

Kuivaamossa olevat moottorit ja niiden tehot, sekä ohjauslaitteet ja anturit.

- | | |
|---------------------|---------|
| - elevaattori | 4 kW |
| - esipuhdistin | 1,5 kW |
| - syöttölaite | 0,37 kW |
| - pohjaimuri | 1,1 kW |
| - puhallin | 7,5 kW |
| - tasoruuvikuljetin | 2,2 kW |
| - öljypoltin | 0,25 kW |

- syöttölaitetta ohjaava taajuusmuuttaja
- säätötermostaatti tuloilmakanavassa
- ylikuumenemistermostaatti tuloilmakanavassa
- säätötermostaatti poistoilmakanavassa
- ylitäytön estin
- pyörintävahti elevaattorille.

4. OHJAUSKESKUKSEN SUUNNITTELU

4.1. Tarvittavat toiminnot

Automaatiojärjestelmä toteutetaan toiminnoiltaan lähes vanhan järjestelmän mukaisesti, koska laitteiston käyttäjä piti nykyisiä toimintoja riittävinä. Vanhan järjestelmän toiminnot olivat nykyisellään riittävät ja myöhemmin on mahdollisuus lisätä automaatiota uuden järjestelmän joustavuuden myötä.

Automaatiojärjestelmä kuivaa viljan haluttuun kosteuteen, jäähdyttää säädetyn ajan ja sammuttaa sen jälkeen kaikki laitteet. Käsikäytöllä on mahdollisuus ajaa toimintoja yksitellen tarpeen mukaan. Kuivaamon täyttö on mahdollista uudessa järjestelmässä tehdä automaattilla, jolloin kuivurin täytyttyä elevaattori pysähtyy automaattisesti. Järjestelmään on lisätty myös hätä-seis-piiri varmistamaan laitteiston pysäytys äkillisissä vaaratilanteissa.

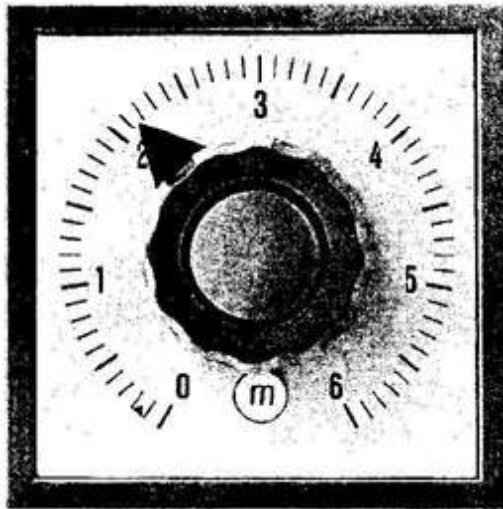
Laitteisto käynnistyy sähkökatkoksen jälkeen uudelleen portaittain ohjelman mukaan. Myös automaattiasennossa laitteisto käynnistyy portaittain, pienentäen näin käynnistyksen aikaista virtapiikkiä.

4.2. Ohjausjärjestelmä

Tämän kohteen ohjausjärjestelmä toteutettiin ohjelmoitavalla logiikalla. Käyttöliittymänä koneen paikalliseen ohjaamiseen toimivat ohjauskeskuksen kanteen sijoitetut ohjauskytkimet sekä painikkeet.

Viljaerän jäähdytysaikaa ohjaamaan valittiin tarkoitukseen soveltuva KOA217-ajastinkello, kuva 2, jossa valittava aika on 0,1-6 tuntia. Aika asetellaan kellon ajastinkiekkoa kääntämällä. Viljan jäähdyttäminen ennen varastoon siirtämistä on tärkeää viljan säilyvyyden vuoksi. Riittävä jäähdytysaika on yleensä 1-3 tuntia. Manuaalisesti aseteltava kellolaite on käytännöllisempi kyseisessä kohteessa kuin esimerkiksi logiikkaan aseteltava ajastin, koska silloin vaadittaisiin ohjauspaneeli kellon asettelua varten. Kuivauksen alkamisesta lähetetään tieto gsm-modeemin avulla käyttäjän matkapuhelimeen.

Lisäksi keskuksen kanteen sijoitetaan käyttötuntilaskuri mittaamaan kuivaamon käyttöaikaa. Laskuri käynnistyy puhaltimen käynnistyttyä, jolloin voidaan seurata kuivaukseen käytettyä aikaa ja kustannuksia.



Kuva 2. Jäähdytysajastinkello KOA217

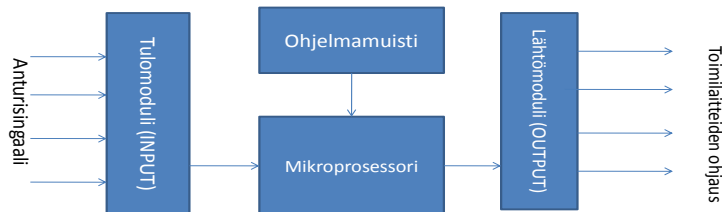
Ohjausjärjestelmällä voidaan myös ohjelmoitavan logiikan (PLC) lisäksi ohjata esimerkiksi prosessijärjestelmien PID-säätimiä ja automaatiojärjestelmiä sekä NC-ohjauksia, jne. Ohjausjärjestelmään kuuluu myös jonkinlainen käyttöliittymä koneohjauksiin. Käyttöliittymä voi olla esimerkiksi ohjaustaulussa olevat ohjauskytkimet niin kuin tässä työssä olevassa laitteistossa on tai tietokoneella oleva operointinäyttö, josta konetta voidaan ohjata. /4/

Ohjelmoitava logiikka on pieni mikroprosessorilla varustettu tietokone, jota käytetään reaaliaikaisten automaatioprosessien, esimerkiksi koneiden tai tuotantolinjojen, ohjaukseen. Yhdellä logiikalla voi helposti korvata satoja tai tuhansia aiemmin käytettyjä releitä ja ajastimia. /4/

Ohjelmoitavassa logiikassa on tulo- ja lähtöportteja, joihin kaikki kenttälaitteet on kytketty. Kenttälaitteita ovat esimerkiksi anturit ja rajat sekä moottorit ja venttiilit. Logiikka ohjaa toimilaitteita tehdyn ohjelman ja sensoreiden antamien tietojen mukaisesti. /4/

Tuloja ovat esimerkiksi anturisignaalit, jotka kytketään logiikan tulomoduliin sekä lähtömoduliin kytketään toimilaitteille lähtevät ohjaukset. Logiikan pääosat on esitetty kuvassa 3.

”Logiikan muistiin kirjoitetun ohjelman selaus tapahtuu PLC-järjestelmässä kiertävästi. Tapahtumakulku alkaa siten, että kaikkien logiikan tulojen ja lähtöjen tila luetaan, ja tulos tallennetaan keskusyksikön erikoismuistiin (I/O-muistiin). Tämän jälkeen käydään läpi kaikki ohjelmamuistin ohjelmarivit vuoron perään. Tulos käsitellään ja toteutetaan siinä järjestyksessä, kun ohjelmaa luetaan. Ohjelman PÄÄLLE- ja POIS- käskyt toteutetaan lähdöille vasta sitten, kun koko ohjelmakierros End-käskylle asti on luettu.” /4/ Ohjelman kiertonopeus riippuu ohjelman koosta sekä mikroprosessorin tehosta.



Kuva 3. Ohjelmoitavan logiikan rakenne

4.2.1. Tulot ja lähdöt

I/O-listaa tarvitaan, jotta tiedetään kuinka paljon logiikalle tulee tuloja ja lähtöjä ja se myös helpottaa logiikan valintaa. Logiikan ohjelman teossa I/O-lista on myös tarpeellinen, koska siitä nähdään, mitä toimilaitetta lähtö ohjaa, ja vastaavasti nähdään, mihin tulon ohjaus kytketään.

Tuloja logiikalle tulee 17 kappaletta ja lähtöjä 12 kappaletta. Kaikki tulot ja lähdöt ovat digitaalisia (DI ja DO) ja toimivat 230 voltin jännitteellä. I/O-lista on liitteessä 1.

4.2.2. Logiikan valinta

”Digitaalisten ja analogisten tulojen ja lähtöjen lukumäärä vaikuttaa siihen, voidaanko käyttää pientä tai keskikokoista logiikkaa, johon on liitetty kiinteä määrä tulo- ja lähtöpiirejä vai tarvitaanko laajempi modulaarinen järjestelmä erillisine liityntämoduuleineen, joita voidaan laajentaa tarpeenmukaan. Jos tuloja ja lähtöjä on paljon, niin usein paras vaihtoehto on käyttää jotakin kenttäväyläratkaisua, koska se vähentää kaapeleiden määrää ja kytKentätyötä.” /4/

”Käyttöliittymä voi yksinkertaisimmillaan olla painikekotelo, jossa ovat käynnistys- ja pysäytyspainikkeet ja muutama merkkivalo osoittamassa koneen tai prosessin tilaa. Jos käyttäjä tarvitsee enemmän tietoa prosessista, niin on mahdollista käyttää erillistä opereointipaneelia tai tietokoneohjelmaa.” /4/

Pienlogiikan ominaisuuksia

- Soveltuu korvaamaan relejärjestelmiä, joilla suoritetaan yksinkertaisia koneohjauksia.
- Pääosin varustettu vain binääriliitännöillä eikä ole laajennettavissa lisäkorteilla.

Keskikokoisen logiikan ominaisuuksia

- Pienprosessien automaatio-ohjaukseen.
- On saatavilla erilaisilla mittaus-, ohjaus-, kommunikaatio- ja laskentakorteilla.
- Verkko- ja väyläratkaisut mahdollistavat myös suuret sovellukset.
- Modulaarinen rakenne mahdollistaa binääri- ja analogialiitännöjen laajentamisen.

Suurlogiikan ominaisuuksia

- On tarkoitettu monimutkaisiin ja suuriin sovelluksiin.
- Järjestelmässä on binääri- ja analogialiitännöjä, (esimerkiksi DI/O<1000, AI/O<500).

Binääriiliitynnässä viesti on kaksitilainen joko kosketin- tai jänniteviesti. Binäärisinä jänniteviesteinä käytetään tasajännitteellä 24 VDC kaikilla etäisyyksillä, sekä 10 VDC ja 5 VDC käytetään lyhyemmällä etäisyyksillä. Vaihtojännitteenä binääriviesteinä käytetään 24 V sekä 230 V.

Analogialiitynnässä viestillä on ääriarvojen välillä äärettömän monta tilaa. Viestimuotoja on kaksi: jänniteviesti, jota käytetään lyhyillä matkoilla sekä virtaviesti, joka on häiriökestoisempi.

Jännitealuein jänniteviestissä ovat 0-10 V ja 0-5 V. Kun tarvitaan esimerkiksi moottorin pyörimissuunta, niin jännitealueet ovat -10-10 V, -5-5 V.

Virta-alueina analogisessa virtaviestissä käytetään 4-20 mA ja 0-20 mA, joista 4-20 mA on yleisimmin käytetty, koska se soveltuu kaikille matkoille ja koska nolatilallakin on virta-arvo, niin mahdolliset katkokset esimerkiksi johtimissa havaitaan helpommin.

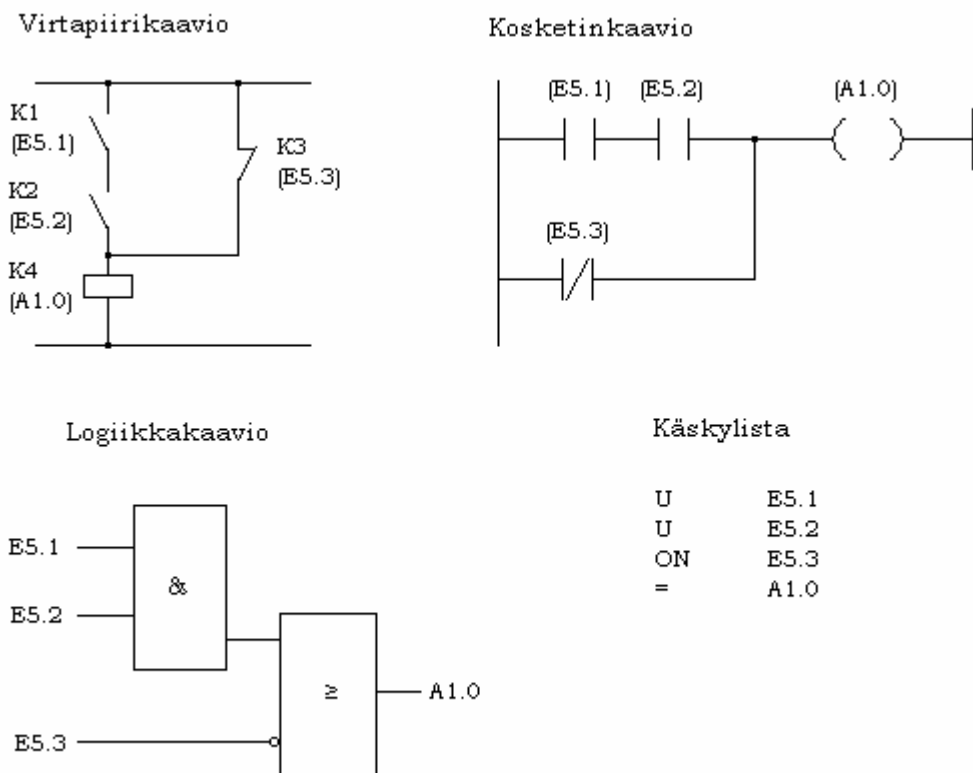
Logiikkaohjelman ohjelmointi ja parametointi voidaan suorittaa näytöllä varustetuilla pienlogiikoilla laitteessa olevilla painikkeilla. Suuremmissa logiikoissa ohjelmointi ja parametointi suoritetaan erillisillä ohjelmointityökaluilla. Ohjelma sekä parametrit syötetään logiikan muistiin, jossa se ohjelmakierron mukaisesti suorittaa toiminnot.

Eri laitevalmistajien ohjelmointikielien ja -rakenteiden yhdenmukaistamiseksi on luotu IEC 61131-3-standardi selkeyttämään valmistajien kilpailuttamista ja helpottamaan projekti- ja kunnossapitohenkilöstön työtä eri järjestelmien välillä.

Standardissa määritellään esimerkiksi ohjelmointikielen rakenne sekä siihen liittyvät datatyypit ja tiedonsiirto eri PLC-järjestelmien välille. Toimilohkoja ja funktioita standardissa määritellään 81 kappaletta, joiden lisäksi eri valmistajilla on joukko omia valmiita toimilohkoja. Funktio ja toimilohko eroavat toisistaan siinä, että funktiolla voi olla ainoastaan yksi ulostulo, jonka arvo riippuu suoraan sisääntulevista arvoista. Toimilohkolla taas voi olla jokin sisäinen arvo, joka vaikuttaa ulostulon arvoon.

Varsinaisia ohjelmointikieliä standardissa määritellään neljä: käskylistä, tikapuukaavio, toimilohkokaavio ja rakenteellinen teksti sekä ylemmän tason ekvenssikaavio.

Yleisimmin käytetyt käskylistä, tikapuu-/kosketinkaavio ja lohko-/logiikkakaavio ovat ohjelmistokielistä eniten toistensa kaltaisia. Kuvassa 4 virtapiirikaavio on esitettynä kyseisinä ohjelmointikielinä.



Kuva 4. Ohjelmointikaaviot

4.2.3. Logiikka

Logiikaksi valittiin Siemens LOGO! 230 RCo, kuva3, jossa on 8 kappaletta digitaalisia tuloja ja 4 kappaletta digitaalisia lähtöjä. Lisäksi logiikkaa laajennetaan kolmella laajennusmoduulilla LOGO! DM8 230R, jolloin saadaan tarvittavat tulot 17 kappaletta sekä lähdöt 12 kappaletta. Logiikan lähdöt ovat tyypiltään relelähtöjä, joiden virrankestoisuus on induktiivisella kuormalla 3 ampeeria lähtöä kohden. Tämä mahdollistaa toimilaitteina toimivien kontaktorien ohjaamisen suoraan logiikan lähdöstä, jolloin säästytään apureiden käytöltä. Suoralla logiikkaohjauksella saadaan säästettyä tilaa keskuksessa sekä keskuksen toimintaa yksinkertaisemmaksi. Logiikan käyttöjännite on 230 V ja jänniteviestin nolla-arvon maksimiarvo vaihtojännitteellä on 40 VAC ja tasajännitteellä 30 VDC, sekä jänniteviestin arvo "1" minimiraja on 79 VAC ja 79 VDC.



Kuva 3. Siemens LOGO! Pure ja LOGO! laajennusmoduuli /9/

LOGO! on uusi yleiskäyttöinen logiikkamoduuli Siemensiltä.

LOGO!-ssa ovat mukana:

- ohjaustoiminnot
- ohjelmointipainikkeet ja näyttö
- verkkoliitäntä
- liityntä laajennusmoduuleille
- liityntä ohjelmamoduulille ja PC-kaapelille
- valmiit, käytännölliset perustoiminnot, esim. hidastetut kytkenät ja sysäysrele sekä Softkey
- kellokytkin
- markerit (binäärivälimuistit)
- lisäksi kojetyyppin mukaiset tulot ja lähdöt. /9/

Logiikan valintaan vaikuttavia tekijöitä olivat

- pieni koko
- laajennettavuus
- hinta
- ohjelmointiohjelmalla simulointi mahdollisuus osassa toiminnoista remanenssi (säilytys toiminto).

Logiikkamoduuliksi on valittu ilman näyttöä oleva malli. Ohjelmointi suoritetaan tietokoneella erillisellä ohjelmalla ja siirretään valmis ohjelma kaapelin välityksellä logiikalle. Koska käytön aikana ei ole tarvetta muuttaa logiikkaohjelman parametreja. Ei ohjelmointinäyttöä logiikkamoduulissa tarvita.

Remanenssitoiminto on tarpeellinen sähkökatkoksiensa sattuessa jolloin logiikalle jää tieto toiminnon tilasta. Tämä mahdollistaa laitteiden oikean käynnistymisen katkoksen jälkeen.

4.2.4. Logiikkaohjelman suunnittelu

Logiikkaohjelman suunnittelussa on käytetty Siemens LOGO! Soft Comfort-ohjelmaa, jossa PC:llä tehdään logiikkaohjelma. Logiikkaohjelmaa tehdessä voidaan ohjelmaa testata simulointitoiminnon avulla. Näin saadaan varmistettua ohjelman toimivuus ennen logiikalle siirtämistä. Ohjelmalla voidaan tulostaa tarvittavat dokumentit tai tallentaa pdf-tiedostomuotoon. Ohjelmointikielinä Soft Comfort -ohjelmassa on lohkokaavio sekä tikapuukaavio. Käytettävissä on 29 kappaletta perus- sekä erikoistoimintoja.

Logiikkaohjelma esitetty lohkokaaviomuodossa liitteessä 2, jossa on neljä erillistä sivua a, b, c ja d. Kaaviossa ovat I/O-listan mukaisesti logiikan tulot ja lähdöt sekä funktiot ja toimilohkot. Esityksessä sivujen väliset lohkojen kytkennät on esitetty nuoliviittauksin kuvan lukemisen selkeyttämiseksi.

4.2.5. Logiikkaohjelma

Ohjauksen ollessa KÄSI-asennossa, (tulo I9 päällä).

Elevaattorin lähtöä (Q1) ohjattaessa päälle täyttörajalalla (I1), jolloin Ylitäytön raja(I11) pysäyttää elevaattorin, kun kuivuri on täynnä ja lähtö Q8 menee päälle, merkkilamppu keskuksessa syttyy. Elevaattorilla on pyörintävahti tulossa (I12), jonka täytyy olla myös päällä, että elevaattori pysyy käynnissä. Käynnistettäessä elevaattori se pysyy käynnissä toimilohkon (B09) ajastimeen asetellun ajan. Ajastimeen asetellun ajan jälkeen elevaattori pysähtyy, jollei pyörintävahdin tulo (I12) ole päällä. Elevaattorikytkimen ollessa asennossa ”elevaattori päälle”(I2), on lähtö (Q1) niin kauan päällä, kun kytkin käännetään pois, mikäli edellä mainittu pyörintävahdin tulo (I12) on päällä. Esipuhdistin (Q2) ja pohjaimuri (Q3) voidaan ohjata päälle tuloista I3 ja I4.

Syöttölaiteen lähtö (Q4) voidaan ohjata päälle tulolla (I5), jos elevaattorin lähtö (Q1) on päällä. Puhaltimen lähtö (Q5) voidaan ohjata päälle tulolla (I6). Lähtö Q5 pysyy niin kauan päällä, kun tuloilmakanavan alarajan tulo (I16) on päällä. Öljypoltin lähtö (Q6) menee päälle, mikäli tulo (I7) ”öljypoltin päälle” on päällä sekä syöttölaiteen käyntitieto tulossa (I13) on päällä ja tulokanavan termostaatin alarajatieto (I16) on päällä.

Lisäksi puhaltimen lähdön (Q5) täytyy olla päällä eikä ylikuumenemistermostaatin tulo (I17) saa olla päällä.

Ohjauksen ollessa AUTO-asennossa, (tulo I10 päällä).

Tulojen I2-I7 (elevaattori, esipuhallin, pohjaimuri, syöttölaite, puhallin ja öljypoltin) sekä tulon I14 (jäähdytyskello päällä) ollessa päällä, painettaessa käynnistystä I8, menee puhaltimen lähtö (Q5) päälle, jonka jälkeen portaittain toimilohkojen B39, B40 ja B41 ajastimiin asetetun ajan jälkeen lähdöt Q1, Q2, Q3, Q4 ja Q6 menevät päälle. Samat ehdot täytyttävä kuin ohjauksen ollessa käsi-asennossa että ohjaukset toteutuvat.

Poistokanavan termostaatin tulon (I15) mennessä päälle pysähtyy öljypoltin (Q6) ja jäähdytyskellon ohjaus menee päälle (Q7) sekä jäähdytyksen alkamisesta käyttäjälle ilmaiseva lähtö(Q9) menee päälle. Jäähdytysaikakelloon asetellun ajan jälkeen pysähtyvät kaikki laitteet ja kuivauksen loppumista osoittava merkkilamppu syttyy, lähtö (Q11) menee

päälle. Syöttölaitehäiriöstä ilmaiseva lähtö (Q10) menee päälle, jos käynninaikana syöttölaitteen käyntitieto (I13) poistuu, myös öljypoltinlähtö (Q6) menee pois päältä.

Lämpöraja jäähdyttää-tieto menee päälle, lähtö (Q12), mikäli ylikuumenemistermostaatti on päällä, tulo (I17), tai tuloilmakanavan termostaatti ei ole alarajalla, tulo (I16).

4.3. Ohjauskeskus

4.3.1. Viranomaisvaatimuksia

”Kuivuriuunin sähkölaitteiden tulee olla käyttötarkoitukseensa hyväksytyjä. Kuivaamon sähköasennukset saa tehdä vain hyväksytty asennusliike. Viljakuivaamon pääkeskus on pyrittävä sijoittamaan paikkaan, jossa viljapölyn kerääntyminen keskuksen pinnalle on mahdollisimman vähäistä.” /6/

”Viljakuivaamon pääkeskusta varten tulee olla erillinen lukittava huone tai komero, jossa keskuksen edessä on vapaata tilaa 0,8 metriä. Pääkeskustilassa ei saa varastoida mitään sinne kuulumatonta materiaalia tai tavaraa. Sähköpääkeskusta ei tarvitse suojata erillisellä lukittavalla huoneella tai komerolla, mikäli sähköpääkeskuksen kotelointiluokka on IP 54, tai sitä parempi. Pääkeskuksessa tai sen vieressä seinällä tulee olla kuivurin sähkökytkentä piirustukset.” /6/

”Viljakuivaamoon tulevaan sähköjohtoon on kuivaamon ulkopuolella asennettava pääkytkin, jolla koko viljakuivaamo voidaan tehdä jännitteettömäksi. Pääkytkintä ei tarvitse asentaa sellaiseen kylmäilmakuivurilla varustettuun viljakuivaamoon jota ei ole varustettu lisälämpölaitteella.” /6/

”Palonsuojausta varten kuivaamolaitteisto on suojattava pääkeskukseen asennettavalla vikavirtasuojalla, jonka nimellistoimivirta on enintään 300 mA. Ulosasennettujen pistorasioiden ohella myös muut enintään 20 A pistorasiat on suojattava nimellistoimintavirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojalla.” /6/

4.3.2. Hätäpysäytys

”Jokaisessa koneessa on oltava yksi tai useampia hätäpysäyttäimiä, joiden avulla vaara tai vaaran uhka voidaan torjua.” Tästä voidaan poiketa:

- koneissa, joissa hätäpysäytin ei vähentäisi vaaran uhkaa joko siitä syystä, että se ei lyhentäisi pysäytysaikaa, tai se ei tekisi mahdolliseksi niitä erityistoimenpiteitä, joita riskin hallitsemiseksi tarvitaan.
- käsin kannettavissa- ja ohjattavissa koneissa. /8/

Hätäpysäyttimen on:

- oltava varustettuna selvästi tunnistettavalla ja hyvin näkyvällä hallintalaitteella, joka on nopeasti tavoitettavissa.
- pysäytettävä vaarallinen prosessi mahdollisimman nopeasti ja aiheuttamatta lisää vaaratekijöitä.
- tarvittaessa aiheutettava tai sallittava aiheuttaa tiettyjä turvatoimia. /8/

”Kun hätäpysäyttimeen on vaikutettu ja siitä on seurannut pysäytyskäsky, on tämän pysäytyskäskyn jättävä voimaan hätäpysäytyslaitteen lukkiutumisen avulla, kunnes tämä lukitus vapautetaan erillisellä toimenpiteellä. Hätäpysäytyslaitteen lukkiintuminen ei saa olla mahdollista ilman, että aiheutuu pysäytyskäsky. Hätäpysäytyslaitteen vapauttaminen pysäytysasennon lukituksesta saa olla mahdollista vain tarkoituksellisella toimenpiteellä. Hätäpysäytyslaitteen vapauttaminen lukituksesta ei saa aiheuttaa koneen käynnistymistä, vaan se saa ainoastaan tehdä uudelleen käynnistämisen mahdolliseksi.” /8/

4.3.3. Käynnistystavat

Käyttökohteen sekä moottorin ominaisuuksien vuoksi on tarpeellista valita myös sopiva käynnistystapa kyseiselle moottorille.

Erilaiset käynnistystavat oikosulkumoottorille:

- suorakäynnistys
- tähtikolmiokäynnistys
- taajuusmuuttaja
- pehmokäynnistin.

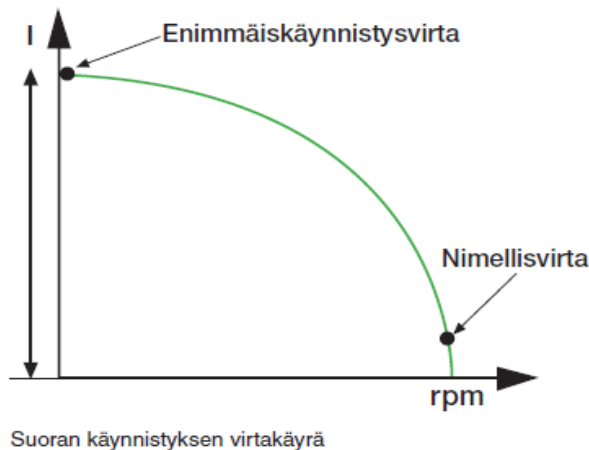
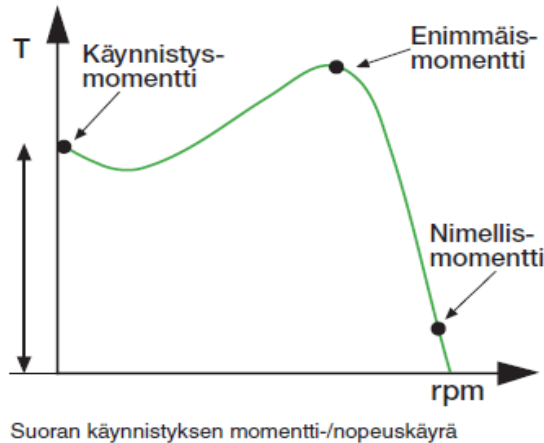
Laitoksen pienitehoisilla moottoreilla, joiden käynnistysvirta ei kasva suureksi, on käytetty suoraa käynnistystapaa. Kuivausilman puhaltimen tähtikolmiokäynnistin on korvattu pehmokäynnistimellä estämään repäisevää käynnistystä ja säästämään näin kiilahihnoja. Viljaerän kierron nopeuden säätämiseksi syöttölaitteen moottoria ohjataan taajuusmuuttajalla.

4.3.3.1. Suorakäynnistys

Suorakäynnistys on yleisimmin käytetty käynnistystapa sen yksinkertaisen ja edullisen rakenteensa vuoksi. Käynnistyslaitteisto koostuu ainoastaan pääkontaktorista sekä lämpöreleestä tai elektronisesta ylikuormitusreleestä. Suorakäynnistys on ongelmaksi käynnistysaikaan suuri virtapiikki, joka on noin 7 kertaa moottorin nimellisvirtaa suurempi. Moottorin rakenne ja koko vaikuttavat käynnistysvirran suuruuteen. Yleensä pienillä moottoreilla käynnistysvirta on suurempi jopa 10-kertainen nimellisarvoon verrattuna. /1/

Suuri käynnistysmomentti on myös ongelmana suorakäynnistyksessä, koska suuret voimat rasittavat kytkimiä, kiilalahinoja ja käytettäviä laitteita aiheuttaen suurempaa ennakkohuollon tarvetta. /1/

Kuvassa 4 on esitetty tyypilliset suoran käynnistyksen virta- ja momenttikäyrät.



Kuva 4. Suoran käynnistyksen momentti- ja virtakäyrä /1/

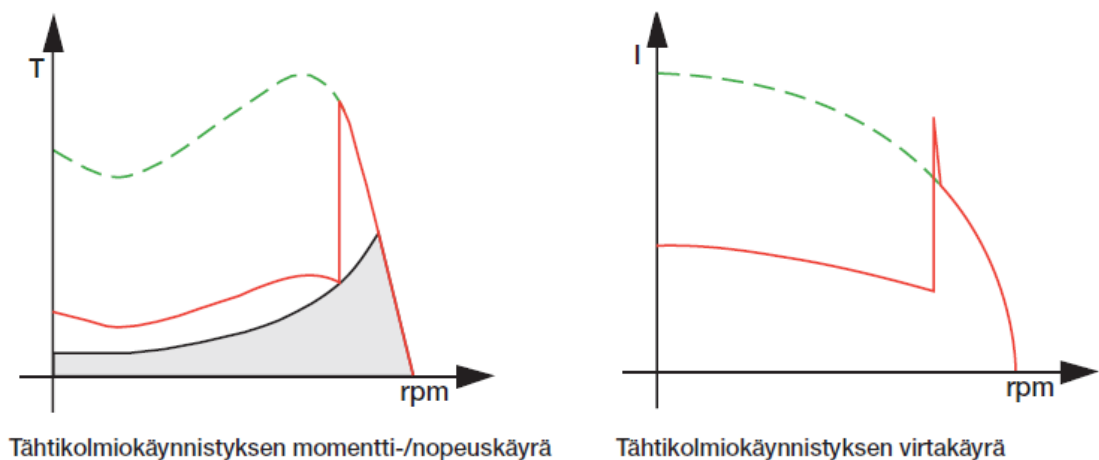
4.3.3.2. Tähtikolmiokäynnistin

Tähtikolmiokäynnistyksessä käynnistysvirtaa pienennetään käynnistämällä moottori ensin tähtikytkennässä, jolloin moottorin saama käynnistysvirta on 30 % suoran käynnistyksen käynnistysvirrasta ja käynnistysmomentti 25 % suoran käynnistyksen käynnistysmomentista. Ajastimella määritetyn ajan jälkeen moottori kytketään kolmiokytkentään jolloin se saavuttaa nimellisnopeutensa ja nimellismomentin. Käynnistystapa soveltuu laitteisiin joissa kuorma ei ole kovin suuri käynnistettäessä, koska käynnistysmomentin ollessa pieni tähtikytkennässä moottori ei saavuta riittävää käyntinopeutta ennen kolmiokytkentään siirtymistä. Laitteet, joissa käynnistysenaikainen

momentti on pieni, esimerkiksi pumput ja puhaltimet, joissa momentti on aluksi pieni ja kasvaa vasta nopeuden kasvaessa, soveltuvat käynnistysmenetelmään hyvin. /1/

Kohteissa, joissa käynnistykseen tarvittava momentti on suurempi kuin 50 % moottorin nimellismomentista, ei käynnistysmenetelmää voida käyttää suurien voimansiirto- ja virtahuippujen takia. /1/

Kuvassa 5 on esitetty tähtikolmiokäynnistyksen momentti- ja virtakäyrä.



Kuva 5. Tähtikolmiokäynnistimen momentti- ja virtakäyrä /1/

4.3.3.3. Taajuusmuuttaja

Taajuusmuuttajasta käytetään myös nimityksiä vaihtuvanopeuksinen käyttö, taajuusmuuttajakäyttö tai yksinkertaisesti käyttö. /1/

Taajuusmuuttaja koostuu syöttölaitteesta, tasasuuntaajasta, tasajännitevälipiiristä, vaihtosuuntaajasta ja ohjausjärjestelmästä. Tasasuuntaajaan syötetty vaihtojännite muutetaan tasajännitteeksi tasajännitevälipiiriin, josta jännite muutetaan vaihtosuuntaajalla halutun taajuiseksi vaihtojännitteeksi moottorille syötettäväksi. Moottorin pyörintänopeutta voidaan muuttaa taajuusmuuttajalta syötetyn jännitteen taajuutta muuttamalla. Taajuus voi vaihdella 0-250 Hz välillä. Etuna järjestelmässä on helppo nopeuden säätö sekä käynnistuksen kontrollointi, jolloin käynnistysvirta saadaan pieneksi noin 0,5-1,5-kertaiseksi nimellisvirtaan verrattuna. Järjestelmä mahdollistaa myös pysäytyksen hallinnan, jolloin pysäytyksestä saadaan pehmeä ja estetään paineiskut esimerkiksi pumppukäytössä. /1/

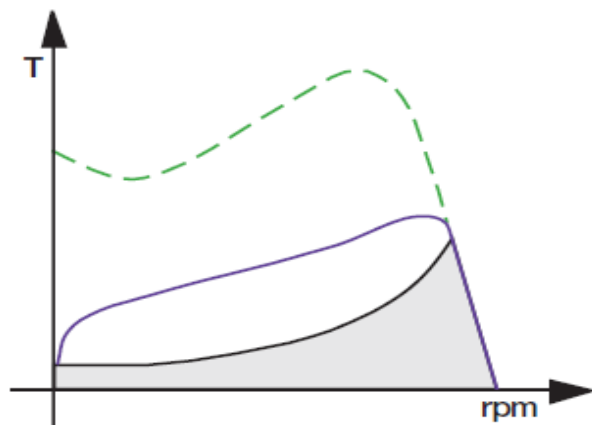
Monissa sovelluksissa taajuusmuuttajaa käytetäänkin vain moottorin käynnistämiseen ja pysäyttämiseen, vaikka nopeutta ei ole tarvetta säätää normaalin käytön aikana. /1/

4.3.3.4. Pehmokäynnistys

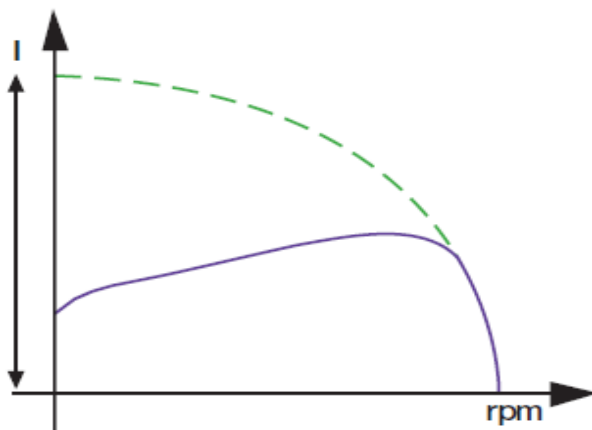
Pehmokäynnistyksessä rajoitetaan käynnistyksen alussa jännitettä käynnistimessä olevan piirilevyn elektronikan avulla. Tällöin myös käynnistyksen aikainen virta ja momentti ovat pieniä. Käynnistyksen alkuvaiheessa jännitteen ollessa pieni, moottori käynnistyy hitaasti, jolloin vaihteistoiden rattaisiin tai ketjuihin ja hihnoihin ei kohdistu rajuja nykäyksiä. Jännitteen kasvaessa momentti kasvaa ja moottori kiihtyy hallitusti säädetyssä ajassa. /1/

Pehmokäynnistimen etuja ovat sallivampi käynnistys laitteille sekä pehmopysäytystoiminto, jolloin pumppukäytössä estytään pysäytuksesta johtuvista paineiskuista, joilta ei suorakäynnistyksessä ja tähtikolmiokäynnistyksessä voida välttyä. /1/

Kuvassa 6 on esitetty pehmokäynnistimen momentti- ja virtakäyrä.



Momentti-/nopeuskäyrä pehmokäynnistintä käytettäessä



Virtakäyrä pehmokäynnistintä käytettäessä

Kuva 6. Pehmokäynnistimen momentti- ja virtakäyrä /1/

4.3.4. Pääkaavio

Keskuksen pääkaavio esittää keskuksen tärkeimmät tekniset tiedot, keskuksen rakenteen ja lähdöt sekä niihin liittyvät pääkomponentit, kuten kuormakytkimet, kytkinvarokkeet, mittarit, kontaktorit, johdonsuojakatkaisijat ja releet nimellisvirtoineen. Pääkaavio on esitetty liitteessä 3.

Nykyinen mittauskotelolta tulevan syöttökaapeli riittää kuormitettavuudeltaan, eikä tarvetta kaapelin vaihtamiseen ole.

Nykyinen syöttökaapeli: MMJ 4*6 N

Syöttökaapelin kuormitus on selvitetty laskemalla moottoreiden pätö- ja näennäistehot sekä tehokerroin $\cos\varphi$ moottoreissa annettujen arvojen perusteella.

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi \quad (1)$$

missä

P on pätöteho

S on näennäisteho

$\cos\varphi$ on tehokerroin

$$S = \sqrt{3} \times U \times I \quad (2)$$

missä

I on jännite

U on virta

Elevaattori, 400 V, 8,7 A, $\cos\varphi$ 0,81.

P= 4,9 kW

S= 6 kVA

Esipuhdistin, 400 V, 3,1 A, $\cos\varphi$ 0,86

P= 1,85 kW

S= 2,15 kVA

Pohjaimuri, 400 V, 2,55 A, $\cos\varphi$ 0,75

P= 1,33 kW

S= 1,77 kVA

Puhallin, 400 V, 15 A, $\cos\varphi$ 0,84

P= 8,73 kW

S= 10,39 kVA

Tasokuljetin, 400 V, 5,3 A, $\cos \varphi$ 0,81

$P = 2,97 \text{ kW}$

$S = 3,67 \text{ kVA}$

Yhteenlaskettu pätöteho

$P_{\text{kok}} = 19,7 \text{ kW}$

Yhteenlaskettu näennäisteho

$S_{\text{kok}} = 24 \text{ kVA}$

Kuorman ottama virta saadaan.

$$I = \frac{S_{\text{kok}}}{\sqrt{3} \times U} = \quad (3)$$
$$I = \frac{24 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V}} = 34,6 \text{ A}$$

Kokonaistehokerroin $\cos \varphi$

$$\cos \varphi = \frac{P_{\text{kok}}}{S_{\text{kok}}} \quad (4)$$
$$\cos \varphi = \frac{19,7}{24} = 0,82$$

Nykyisen syöttökaapelin, $4 \times 6 \text{ mm}^2$ kuparikaapeli, kuormitettavuus tarkistetaan taulukosta 1. Kaapeli on kiinnitettynä seinälle, eli taulukosta katsotaan sarake C. Suurin sallittu kuormitusvirta 6 mm^2 :n kaapelille on 43 A. Ylikuormitussuoja tarkistetaan taulukosta 2, joka on kyseiselle kaapelille 35 A.

Nykyinen pääsulakekoko on $3 \times 25 \text{ A}$, josta voidaan päätellä, että kuivaamolaitteiston moottoreiden kuormitusteho teho on reilusti alle nimellistehon. Mahdollisuus tehon kasvattamiseen saadaan muuttamalla kuivaamolle tuleva $3 \times 25 \text{ A}$ sähköliittymä $3 \times 35 \text{ A}$ liittymäksi.

Taulukko 1. PVC-eristeisten 1 kV voimakaapelien ja alle 1 kV johtimien ja asennuskaapelien suurin sallittu jatkuva kuormitusvirta asennustavat A...E, kolme kuormitettua johdinta /2/

Johtimen Poikkipinta mm ²	Kaapelien suurin sallittu jatkuva kuormitusvirta / A				
	Asennustavat				
	A ja A2	B ja B2	C	D	E
alumiini					
16	45	56	62	78	64
25	60	73	77	100	82
35	74	91	96	121	101
50	89	111	116	142	124
70	113	140	148	176	159
95	136	170	180	208	192
120	157	197	208	237	224
150	180		240	269	259
185	205		274	304	296
240	240		323	349	349
300	276		372	395	403
kupari					
1,5	13,5	16	18,5	26	19,5
2,5	19	22	25	36	26
6	32	38	43	57	45
10	44	53	60	78	63
16	59	72	80	101	84
25	77	94	101	130	107
35	94	117	126	156	133
50	114	142	152	185	162
70	144	181	195	228	207
95	173	219	236	271	252
120	199	253	274	308	292
150	228		311	349	338
185	262		361	389	385
240	303		427	450	455
300	347		491	510	526

Oletetut normaaliolosuhteet

– ympäristön lämpötila 25 °C

– johdinlämpötila:

PVC-eristeisissä johdoissa 70 °C

kumieristeisissä johdoissa 60 °C

Asennustavat A ja A2

A

- Eristetyt johtimet eristetyssä seinässä olevassa asennusputkessa.
- Monijohtiminen kaapeli eristetyssä seinässä.
- Eristetyt johtimet asennusputkessa asennuslistassa. /2/

A2

- Monijohtiminen kaapeli eristetyssä seinässä olevassa asennusputkessa. /2/

Asennustavat B ja B2

B

- Eristetyt johtimet puisen seinän pinnalla olevassa asennusputkessa.
- Eristetyt johtimet puisen seinän pinnalla olevassa kanavassa.
- Eristetyt johtimet tuulettuvassa lattiakanavassa olevassa asennusputkessa. /2/

B2

- Monijohdinkaapeli puisen seinän pinnalla olevassa asennusputkessa. /2/

Asennustapa C

- Seinän pinnalla oleva monijohdinkaapeli.
- Seinän pinnalla olevat yksijohdinkaapelit.
- Monijohdinkaapeli kivirakenteessa.
- Yksi- tai monijohdinkaapelit avoimessa tai tuulettuvassa kourussa.
- Monijohdinkaapelit kanavassa tai asennusputkessa avoimessa tilassa tai tiiliseinän kanssa kosketuksessa. (kerro arvot kertoimella 0,8 (huomautus)).
- Lattian tai katon pinnalla oleva kaapeli. /2/

Asennustapa D

- Monijohdinkaapelit maassa olevissa kanavissa.
- Yksijohdinkaapelit maassa olevissa kanavissa.
- Yksi- ja monijohdinkaapelit suoraan ilmassa. /2/

Asennustapa E

- Monijohdinkaapeli ilma-asennuksessa
-Vapaa välimatka seinästä vähintään 0,3 kertaa kaapelin halkaisija. /2/

Taulukko 2. Johdon ylikuormasuojana toimivan sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta /2/

Johdon sallittu kuormitusvirta vähintään / A	Suojaavan sulakkeen tai L-tyyppisen johdosuojakytkimen suurin sallittu nimellisvirta / A
14	10
20	16
25	20
32	25
41	35
58	50
73	63
93	80
116	100
146	125
185	160
232	200
292	250
366	315
464	400
583	500
733	630
930	800
1170	1000
1460	1250

Loistehoa kompensoimalla on myös mahdollista lisätä liittymisjohdon kapasiteettia sekä pienentää kuormitusvirtaa.

Kuivaamon ottama loisteho, kun $\cos \varphi = 0,82$.

$$Q = \sqrt{3} \times U \times I \times \sin \varphi \quad (5)$$

missä
 $\sin \varphi$ on loistehokerroin

$$Q = \sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 34,6 \text{ A} \times 0,57 = 13,7 \text{ kVAR}$$

Kun halutaan korjata tehokerrointa arvosta $\cos \varphi_1$ arvoon $\cos \varphi_2$, kerrotaan pätöteho P, taulukon 3 kertoimella, saadaan tarvittava loisteho Q.

Nykyinen arvo $\cos \varphi_1 = 0,82$, uusi arvo $\cos \varphi_2 = 0,98$. Kerroin 0,49.

Tarvittava loisteho, joka voidaan tuottaa sijoittamalla kompensointikondensaattori keskuksen yhteyteen, saadaan seuraavasta yhtälöstä.

$$Q = P \times 0,49 = 19,7 \text{ kW} \times 0,49 = 9,7 \text{ kVAR}$$

Uudella $\cos \varphi$ -arvolla johdinta kuormittava virta I on.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} \quad (6)$$

$$I = \frac{19,7 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times \cos 0,98} = 29 \text{ A}$$

Taulukko 3. Loistehon korjauskerroin /2/

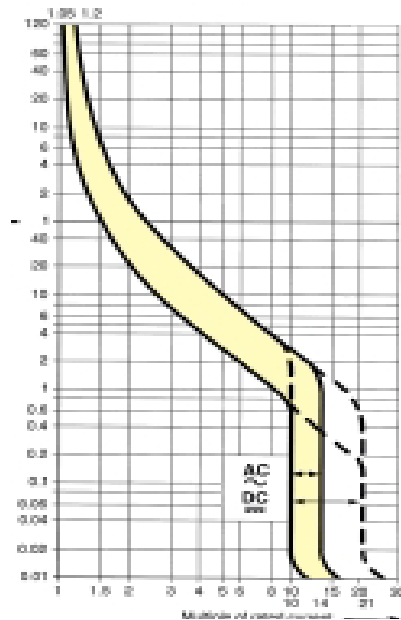
cos φ_1	cos φ_2							
	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,90	0,85	0,8
0,30	3,18	3,04	2,98	2,93	2,85	2,70	2,56	2,43
0,32	2,96	2,82	2,76	2,71	2,63	2,48	2,34	2,21
0,34	2,77	2,62	2,56	2,52	2,44	2,28	2,15	2,02
0,36	2,59	2,45	2,39	2,34	2,26	2,11	1,97	1,84
0,38	2,43	2,29	2,23	2,18	2,11	1,95	1,81	1,68
0,40	2,29	2,15	2,09	2,04	1,96	1,81	1,67	1,54
0,42	2,16	2,02	1,96	1,91	1,83	1,68	1,54	1,41
0,44	2,04	1,90	1,84	1,79	1,71	1,56	1,42	1,29
0,46	1,93	1,79	1,73	1,68	1,60	1,45	1,31	1,18
0,48	1,83	1,69	1,62	1,58	1,50	1,34	1,21	1,08
0,50	1,73	1,59	1,53	1,48	1,40	1,25	1,11	0,98
0,52	1,64	1,50	1,44	1,39	1,31	1,16	1,02	0,89
0,54	1,56	1,42	1,36	1,31	1,23	1,07	0,94	0,81
0,56	1,48	1,34	1,28	1,23	1,15	1,00	0,86	0,73
0,58	1,40	1,26	1,20	1,15	1,08	0,92	0,78	0,65
0,60	1,33	1,19	1,13	1,08	1,00	0,85	0,71	0,58
0,62	1,27	1,12	1,06	1,01	0,94	0,78	0,65	0,52
0,64	1,20	1,06	1,00	0,95	0,87	0,72	0,58	0,45
0,66	1,14	1,00	0,94	0,89	0,81	0,65	0,52	0,39
0,68	1,08	0,94	0,88	0,83	0,75	0,59	0,46	0,33
0,70	1,02	0,88	0,82	0,77	0,69	0,54	0,40	0,27
0,72	0,96	0,82	0,76	0,71	0,64	0,48	0,34	0,21
0,74	0,91	0,77	0,71	0,66	0,58	0,42	0,29	0,16
0,76	0,86	0,71	0,65	0,60	0,53	0,37	0,24	0,11
0,78	0,80	0,66	0,60	0,55	0,47	0,32	0,18	0,05
0,80	0,75	0,61	0,55	0,50	0,42	0,27	0,13	
0,82	0,70	0,56	0,49	0,45	0,37	0,21	0,08	
0,84	0,65	0,50	0,44	0,40	0,32	0,16	0,03	
0,86	0,59	0,45	0,39	0,34	0,26	0,11		
0,88	0,54	0,40	0,34	0,29	0,21	0,06		
0,90	0,48	0,34	0,28	0,23	0,16			
0,91	0,46	0,31	0,25	0,20	0,13			
0,92	0,43	0,28	0,22	0,18	0,10			
0,93	0,40	0,25	0,19	0,14	0,07			
0,94	0,36	0,22	0,16	0,11	0,03			
0,95	0,33	0,19	0,13	0,08				
0,96	0,29	0,15	0,09	0,04				
0,97	0,25	0,11	0,05					
0,98	0,20	0,06						
0,99	0,14							

Laitteiston moottoreille valitaan ylikuormitussuojaksi nimellisvirran mukaiset lämpöreleet sekä kontaktorit. Syöttölaitteella taajuusmuuttajan ylivirtaraja toimii ylivirtasuojana sekä öljypolttimen ylivirtasuojana on polttimen ohjauskeskuksessa.

Moottoreiden nimellisvirrat

- Elevaattori 8,7 A
- Esipuhdistin 3,1 A
- Pohjaimuri 2,55 A
- Puhallin 15 A
- Tasokuljetin 5,3 A.

Johdonsuojakatkaisijat toimivat oikosulkusuojana. Moottorilähdöille johdonsuojakatkaisijat on valittu moottorikäynnistykseen soveltuvat K-tyypin katkaisijat, jotka sallivat moottoreiden käynnistysaikaisen virran. Laukaisukäyrät K-tyypin johdonsuoja-automaatille on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. K-tyypisen johdonsuojakatkaisijan laukaisukäyrä /2/

4.3.5. Ohjauspiirikaavio

Keskuksen piirikaavion päätarkoituksen on esittää keskuksen lähdön komponenttien väliset kytkennät ja toiminnot. Piirikaaviossa esitetään sähköpiireihin kuuluvat komponentit ja niiden väliset yhteydet.

Piirikaaviossa esitetään ohjaus- ja valvontapiirien lisäksi myös pääpiirin kytkentä tarvittavassa laajuudessaan. Pääpiirikaaviossa esitetään lähtöön kuuluvat keskuksen sisäiset komponentit, kuten sulakkeet, johdonsuojakatkaisijat, kontaktorit, releet ja vikavirtasuojakytkimet sekä niiden väliset kytkennät.

Komponentit ja riviliittimet merkitään tunnuksin, joita käytetään piirikaavioiden sisäisissä viittauksissa. Ko. tunnuksia käytetään myös komponenttien merkintäkilvissä. Kaaviot ovat piirretty CADS-sähkösuunnitteluohjelmalla. Piirikaaviot on esitetty liitteessä 5a-n.

Liitteessä 5a on piirikaaviokuva hätä-seis-piiristä. Turvareleenä on esimerkiksi JSBT5, joka keskuksen kannessa olevaa hätä-seispainiketta S0 painettaessa avaa ohjausjännitepiirin ja pysäyttää kaikki laitteet. Rele kuitataan painikkeella S0.1, jolloin ohjausjännite palautuu ja laitteisto käynnistyy hallitusti.

Liitteissä 5b-g ovat elevaattorin esipuhdistimen, pohjaimurin, syöttölaitteen sekä tasokuljettimen päävirtapiirit sekä ohjausvirtapiirit niihin liittyvine komponentteineen ja riviliitinnumerointineen.

Liitteessä 5h on öljypolttimen pää- ja ohjausvirtapiiri, jossa ovat tuntilaskuri sekä polttimelta tulevat teho- ja hälytysliitynnät.

Liitteessä 5i on jäähdytyksen ohjauspiiri. Ajastinkello KOA217, joka logiikasta tulleen jäähdytystiedon tullessa käynnistyy ja käy asetetun ajan.

Liitteissä 5j-n ovat logiikkaan liittyvät tulot ja lähdöt.

4.3.6. Keskuksen layout

Keskuksen etulevystä on kaaviokuva liitteessä 6, johon on sijoitettu laitteiston ohjaukseen suunnitellut hallintalaitteet sekä lisäksi laiteluettelo keskuksen komponenteista merkintöineen.

5. OHJEET

5.1. Testaus ja käyttöönotto

Sähköurakoitsijan on tehtävä jokaiselle rakentamalleen sähkölaitteistolle käyttöönottotarkastus. Siinä todetaan erilaisten mittausten ja testien sekä silmämääräisen tarkastuksen avulla, että asennukset on toteutettu oikein ja että ne ovat turvalliset. Käyttöönottotarkastus tehdään ennen asennuksen tai sen osan käyttöönottoa. Tarkastuksesta laaditaan sähköasennuksen haltijan käyttöön käyttöönottotarkastuspöytäkirja aivan vähäisiä töitä lukuun ottamatta. Niissäkin tapauksissa on asennuksen testausten tulokset tarvittaessa annettava laitteiston haltijalle. Pöytäkirjan liitteenä esitetään mittausten ja testien tulokset. Käyttöönottotarkastus mittauksineen tehdään myös sähkölaitteen korjauksen jälkeen ennen käyttöönottoa tai toiselle luovuttamista. /12/

Suoritettavat mittaukset ja testaukset:

- aistinvarainen tarkistus
- suojajohtimen jatkuvuus
- eristysresistanssi
- syötön automaattinen poiskytkentä, vikavirtasuojat
- kiertosuunnan tarkastus
- toiminta- ja käyttötestit.

6. YHTEENVETO

Tärkeä asia opinnäytetyön tekemisessä on niin kuin monen muunkin asian kohdalla, että aihe, josta työtä tekee kiinnostaa ja on mielenkiintoinen. Myös se on itselle tärkeää, että sai tällaisen työn tehtäväksi, joka myös käytännössä toteutetaan ja voi seurata oman suunnitelman toteuttamista ja käyttöön ottoa. Näin pääsee näkemään heti järjestelmän toimivuus sekä muutostarpeet, jos niitä ilmenee.

Viljan kuivaaminen oli tuttua jo entuudestaan, koska olen maalta kotoisin ja maataloustöissäkin nuoruudessa pyörinyt. Kuivaamon toiminta täytyi kuitenkin opiskella, ennen kuin saattoi ruveta suunnittelemaan uutta ohjausjärjestelmää. Onneksi toiveena oli, että ohjausjärjestelmä toteutettaisiin logiikkaohjauksena, jolloin sekin toi mielenkiintoa ja laajuutta työhön.

Haastavinta oli kuvien piirtäminen järjestelmästä. Vaikka koulussa harjoitustöiden yhteydessä piirrettiinkin, niin minkäänlaista rutiinia piirtämiseen ei kuitenkaan ollut. Myös tyylejä piirikaavioiden piirtämiseen on monia, mutta tärkeintähän on, että kuvissa on kaikki oleellinen tieto ymmärrettävästi esitetty.

Huomasin myös sen tosiseikan, että suunnittelijan työ vaatii välillä myös aivotyötä ja asioihin perehtymistä, jonka jälkeen voi korjata tehtyjä virheitä ja jatkaa taas eteenpäin.

Tehtyä työtä on myös mahdollista soveltaa vastaavissa kuivaamolaitteistoissa myös tulevaisuudessa.

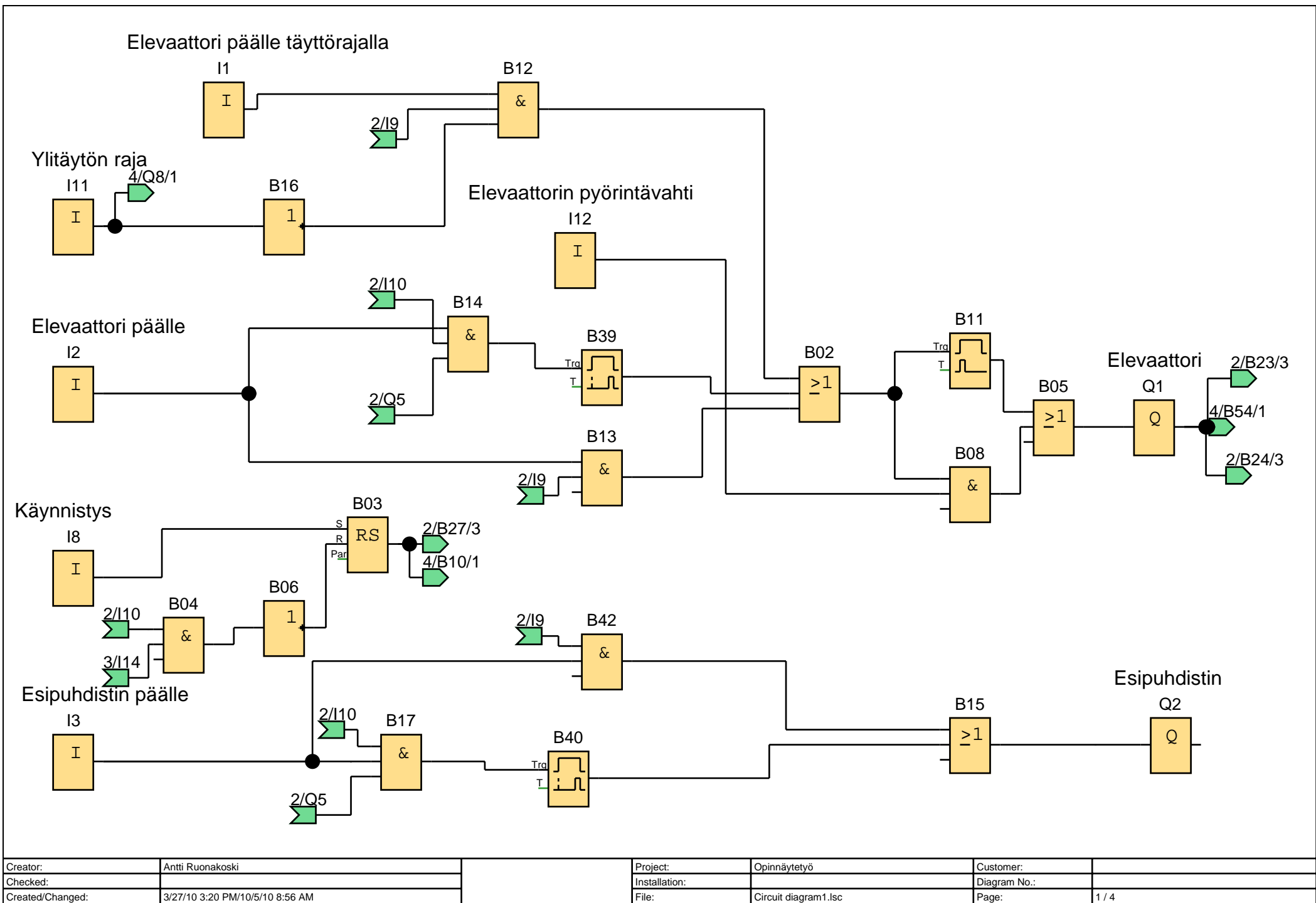
7. LÄHDELUETTELO

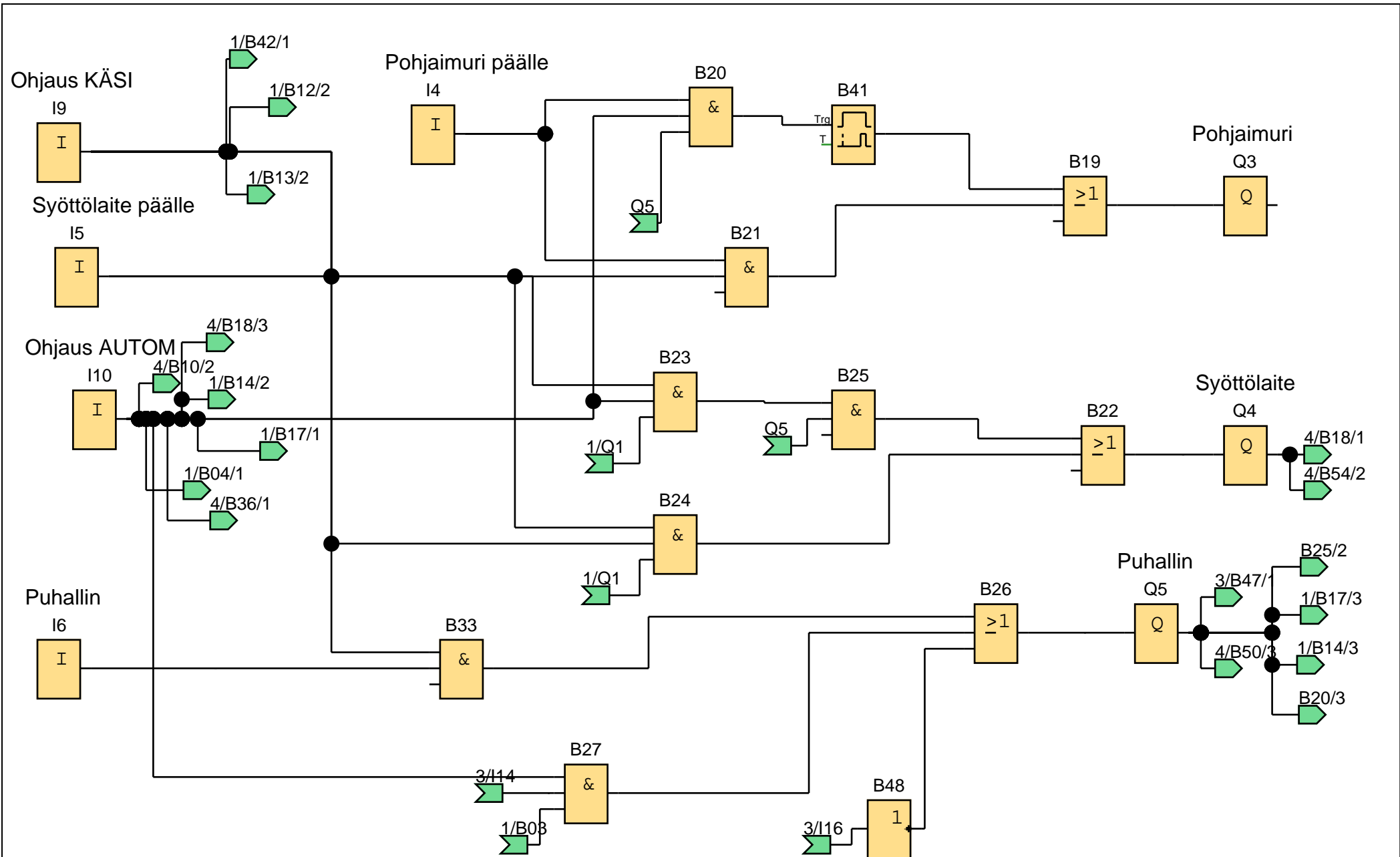
- /1/ ABB, Pehmokäynnistinopas 1 FI 07_01, Waasa Graphics, 2007.
- /2/ ABB, TTT-käsikirja 2000-07.
- /3/ ARSKAMETALLI OY, Asennus- ja käyttöohje, Risteen kirjapaino Oy, 2003.
- /4/ Keinänen Toimi, Kärkkäinen Pentti, Lähetkangas Markku, Sumujärvi Matti, Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat, WSOY, 1. painos, 2007.
- /5/ Lindroos Ari-Pekka, Hakelämmitys viljan kuivauksessa, [www-dokumentti] https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/924/Lindroos_Ari-Pekka.pdf 16.2.2010
- /6/ Pohjola, Suojeluohje S920, 2000.
- /7/ Saastamoinen Arto, Sähköasennukset 2, Painokurki, 2009.
- /8/ SFS käsikirja 16, 5. painos, Suomen standardisoimisliitto, 2003.
- /9/ Siemens Oy, LOGO! esite [www-dokumentti], [www.siemens.fi/CMSADfiles.nsf/all/9E7333D0E068C6E3C22573E10045F588/\\$file/AD_Logo_esite_1_08.pdf](http://www.siemens.fi/CMSADfiles.nsf/all/9E7333D0E068C6E3C22573E10045F588/$file/AD_Logo_esite_1_08.pdf), 2009.
- /10/ Siemens Oy, LOGO! -käsikirja
- /11/ Suomi Pasi, Lötjönen Timo, Mikkola Hannu, Kiikari Anna-Maija, Palva Reeta, Viljan korjuu varastointi laajenevalla viljatilalla, MTT, 2003.
- /12/ Turvatekniikan keskus, Sähköturvallisuussäädökset S4.

8. LIITELUETTELO

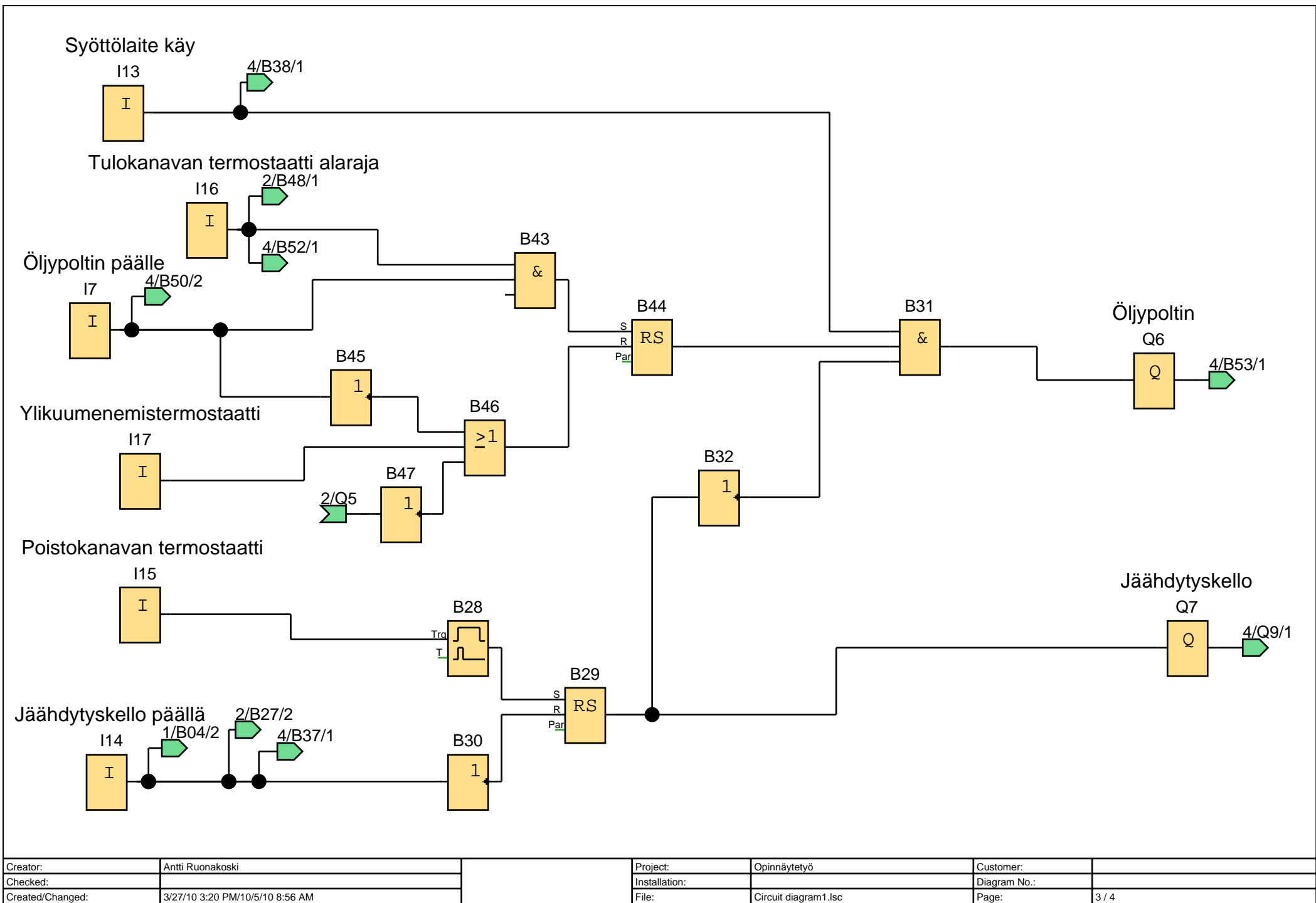
- | | |
|----------|-------------------------------|
| Liite 1. | I/O-lista |
| Liite 2. | Logiikkaohjelma |
| Liite 3. | Pääkaavio |
| Liite 4. | Piirikaaviot |
| Liite 5. | Ohjauspainikkeiden sijoittelu |

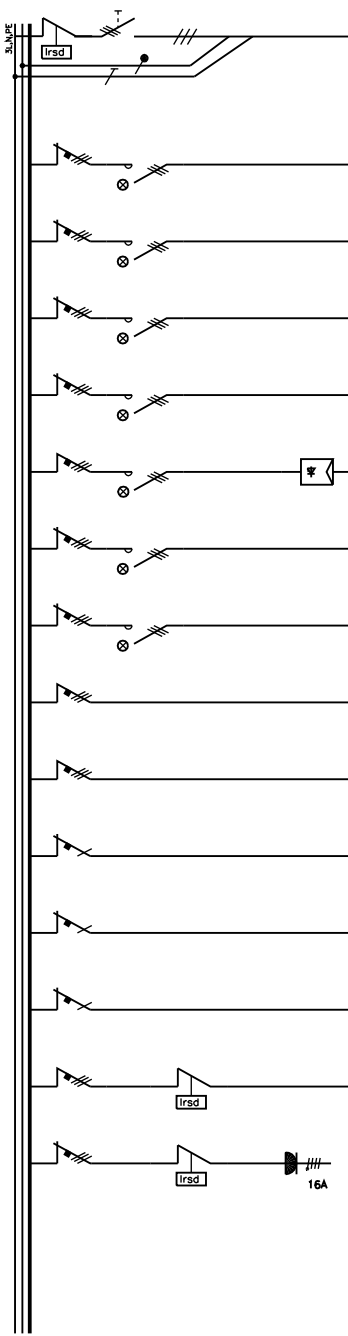
I/O Lista		
OSOITE	Positionumero	Toiminta
Tulo1	S1	Elevaattori täyttö autom
Tulo2	S1	Elevaattori päälle
Tulo3	S2	Esipuhallin päälle
Tulo4	S3	Pohjaimuri päälle
Tulo5	S4	Syöttölaite päälle
Tulo6	S5	Puhallin Päälle
Tulo7	S7	Öljypoltin päälle
Tulo8	S8	Käynnistys
Tulo9	S9	Ohjaus ELEVAATTORI
Tulo10	S9	Ohjaus AUTOMAATILLA
Tulo11	S10	Täyttöhälyttimen anturi
Tulo12	S11	Elevaattorin pyörintävahti
Tulo13	R2	Syöttölaite käy tieto
Tulo14	S12	Jäähdytyskello päällä tieto
Tulo15	T1	Poistokanavan lämpötila
Tulo16	T2	Jäähdytysrajatermostaatti
Tulo17	T3	Ylikuumenemistermostaatti
Lähtö1		Elevaattori käyntiin
Lähtö2		Esipuhallin Käyntiin
Lähtö3		Pohjaimuri käyntiin
Lähtö4		Syöttölaite käyntiin
Lähtö5		Puhallin Käyntiin
Lähtö6		Öljypoltin käyntiin
Lähtö7		Jäähdytyskello käyntiin
Lähtö8		Täyttöhälytin merkkivalo
Lähtö9		Jäähdytys alkaa ilmoitus (GSM)
Lähtö10		Syöttölaite hälytys (GSM)
Lähtö11		Kuivaus loppu merkkivalo
Lähtö12		Lämpöraja jäähdyttää





Creator:	Antti Ruonakoski	Project:	Opinnäytetyö	Customer:	
Checked:		Installation:		Diagram No.:	
Created/Changed:	3/27/10 3:20 PM/10/5/10 8:56 AM	File:	Circuit diagram1.lsc	Page:	2 / 4



KESKUS			RYHMÄ	OSOITE	A/A	JOHDIN
D muutos	E muutos	F muutos			Syöttö mittauskotelolta	MMJ 4*6N
					Vikavirtasuoj 300mA	
	1	Elevaattori 4kW		K10A	MMJ 4*1,5S	
	2	Esipuhdistin 1,5kW		K6A	MMJ 4*1,5S	
	3	Pohjaimuri 1,1kW		K6A	MMJ 4*1,5S	
	4	Syöttölaite 0,37kW		K6A	MMJ 4*1,5S	
	5	Puhallin 7,5kW		K16A	MMJ 4*2,5S	
	6	Öljypoltin 0,25kW		K6A	MMJ 4*1,5S	
	7	Tasokuljetin 2,2kW		K6A	MMJ 4*1,5S	
	8	Varalla		C10A		
	9	Varalla		C16A		
	10	Ohjaus		C10A		
	11	Varalla		C10A		
	12	Valaistus		C10A	MMJ 3*1,5S	
	13	Pistorasiat/vvs 30mA		C16A	MMJ 5*2,5S	
	14	Keskuksessa/ vvs 30mA		K16A		

D muntos

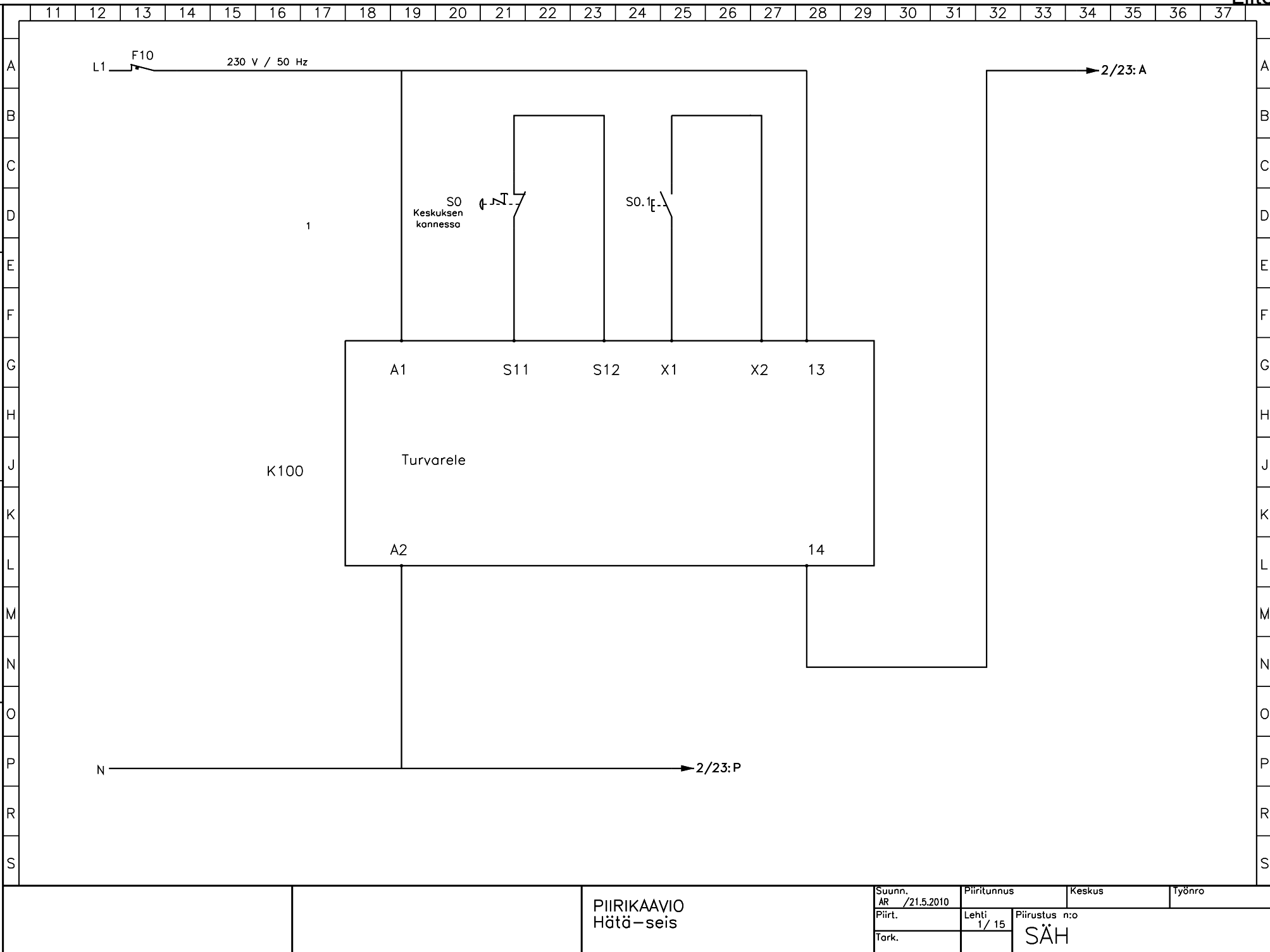
E muntos

F muntos

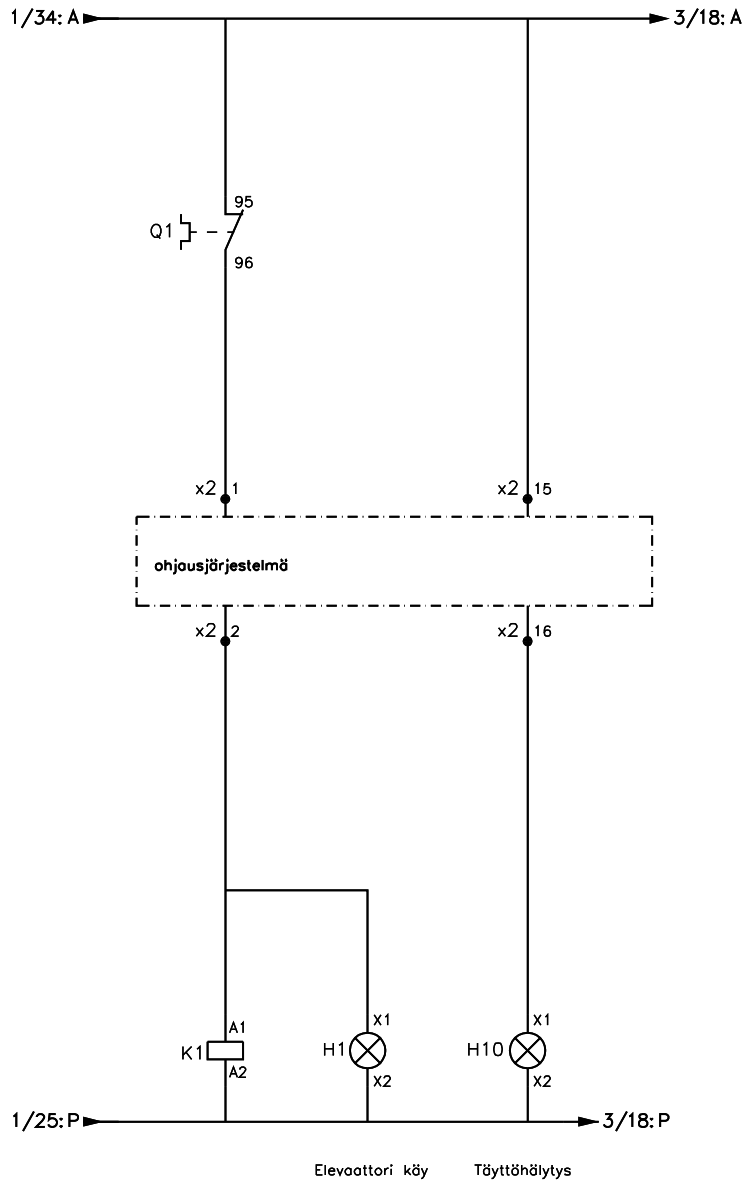
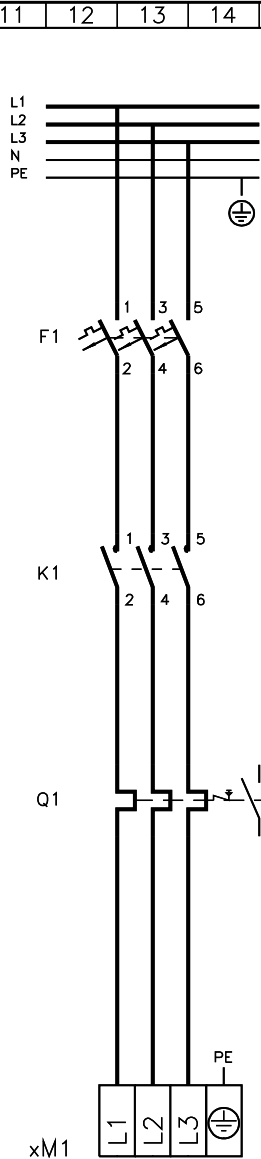
A muutos

B muntos

C muntos



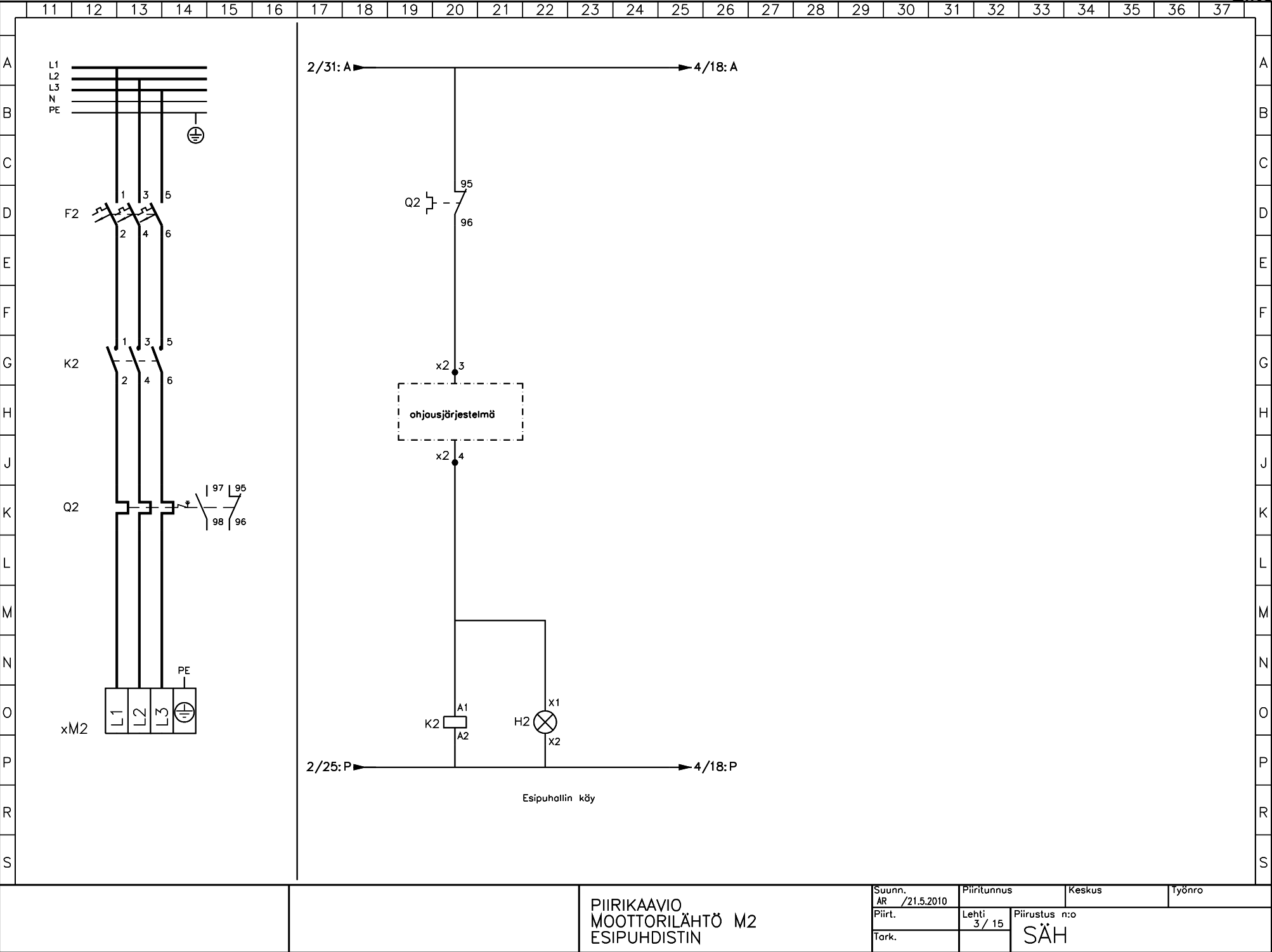
D muutos	E muutos	F muutos	A
			B
			C
			D
			E
			F
			G
			H
			J
			K
			L
			M
			N
			O
			P
A muutos	B muutos	C muutos	R
			S



PIIRIKAAVIO
MOOTTORILÄHTÖ M1
ELEVAATTORI

Suunn. AR /21.5.2010	Piiritunnus	Keskus	Työnro
Piirt.	Lehti 2 / 15	Piirustus n:o	
Tark.		SÄH 2	

D muutos	E muutos	F muutos
A muutos	B muutos	C muutos

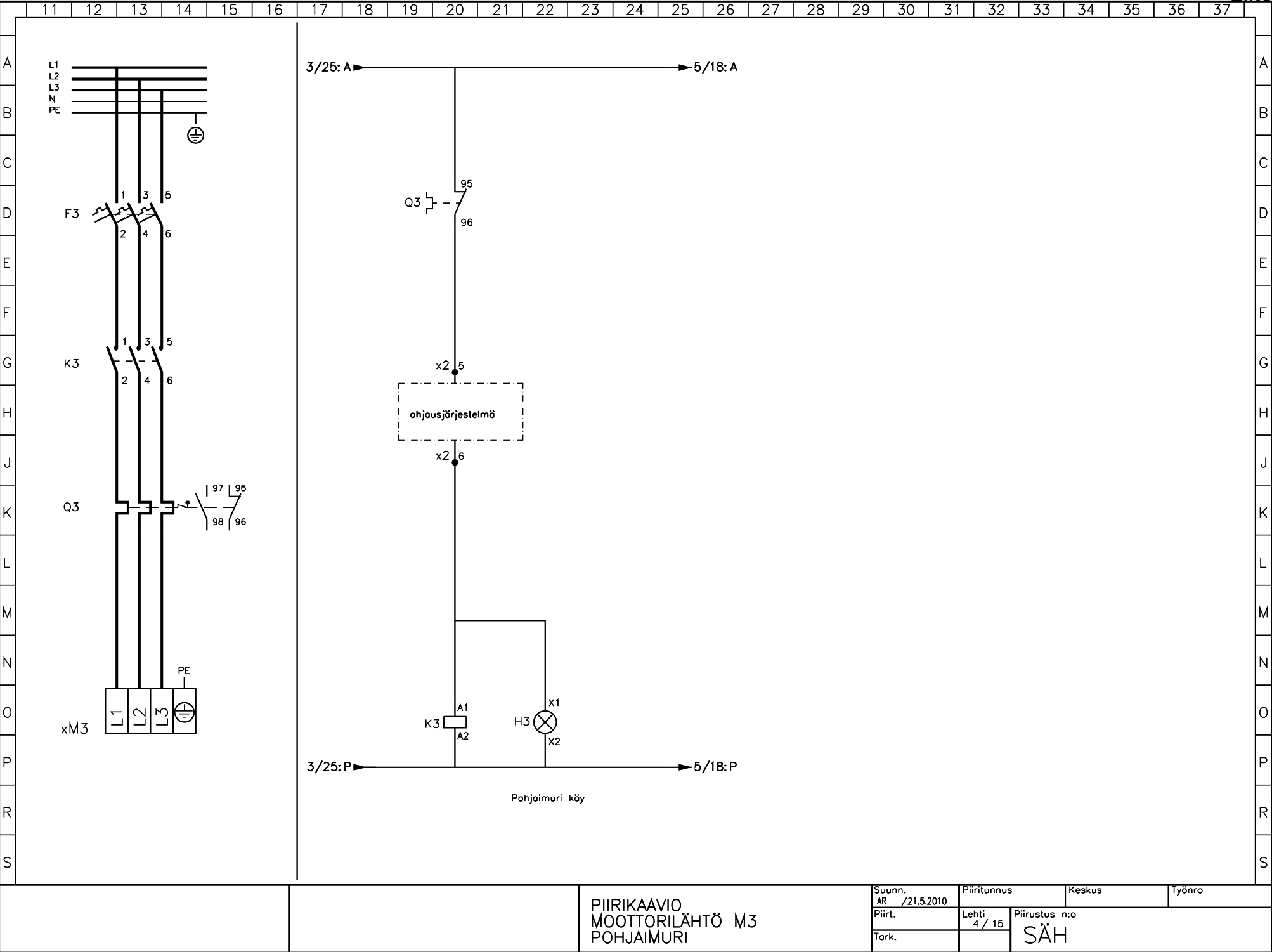


PIIRIKAAVIO
MOOTTORILÄHTÖ M2
ESIPUHDISTIN

Suunn. AR /21.5.2010	Piiritunnus	Keskus	Työnro
Piirt.	Lehti 3 / 15	Piirustus n:o	
Tark.		SÄH	

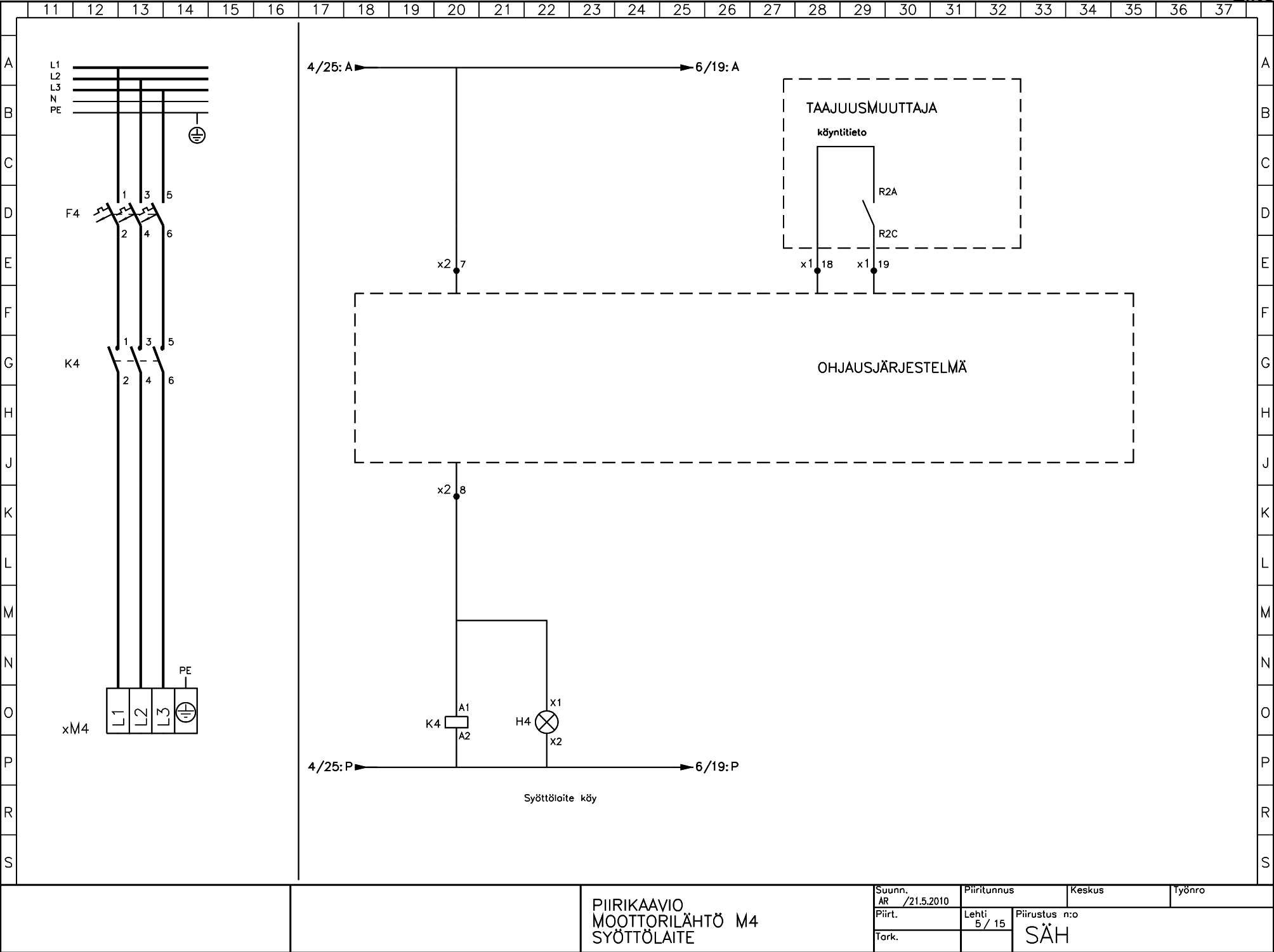
21.5.2010
KAAVIOT: A. uusi

D muutos	E muutos	F muutos
A muutos	B muutos	C muutos



PIIRIKAAVIO
MOOTTORILÄHTÖ M3
POHJAIMURI

Suunn. AR /21.5.2010	Piiritunnus	Keskus	Työnro
Piirt.	Lehti 4 / 15	Piirustus n:o	
Tark.		SÄH	



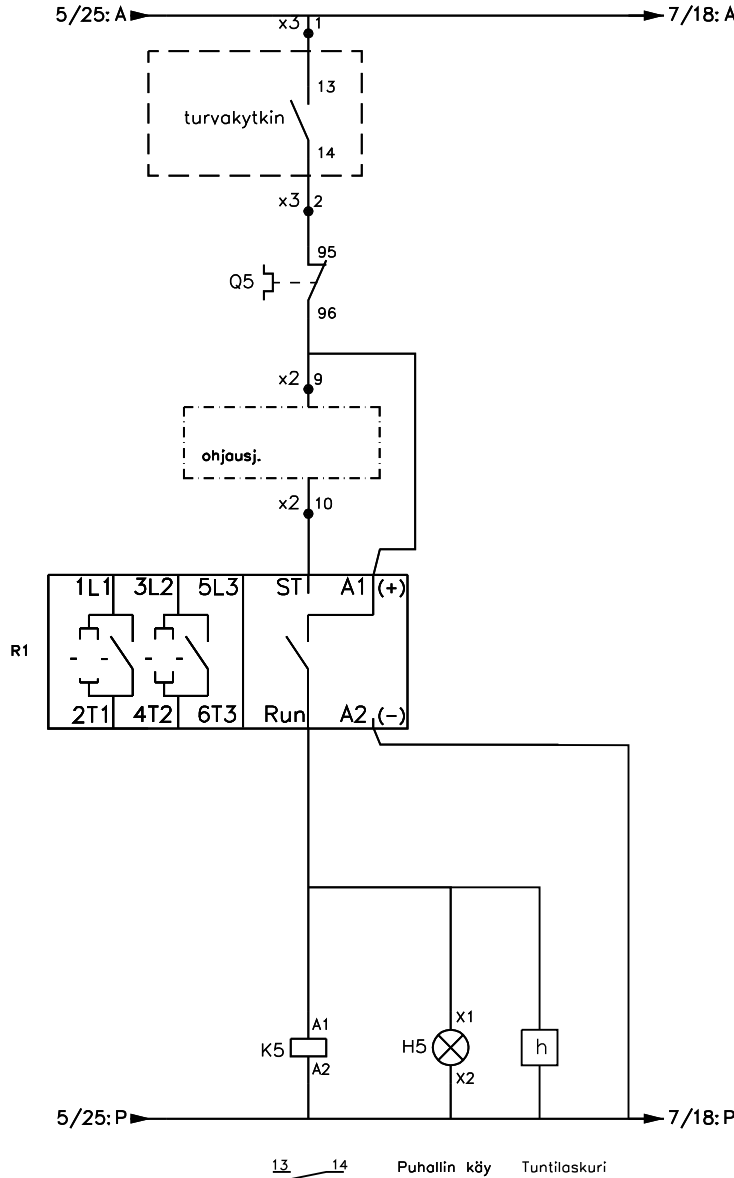
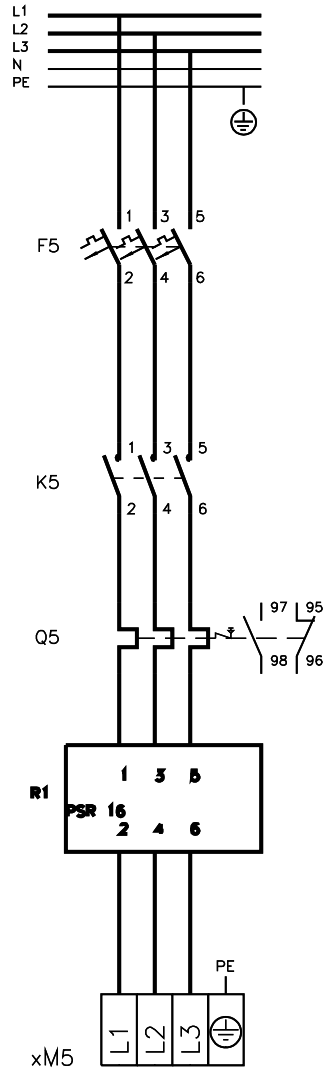
5.10.2010

D muutos
E muutos
F muutos

A muutos
B muutos
C muutos

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37

A
B
C
D
E
F
G
H
J
K
L
M
N
O
P
R
S



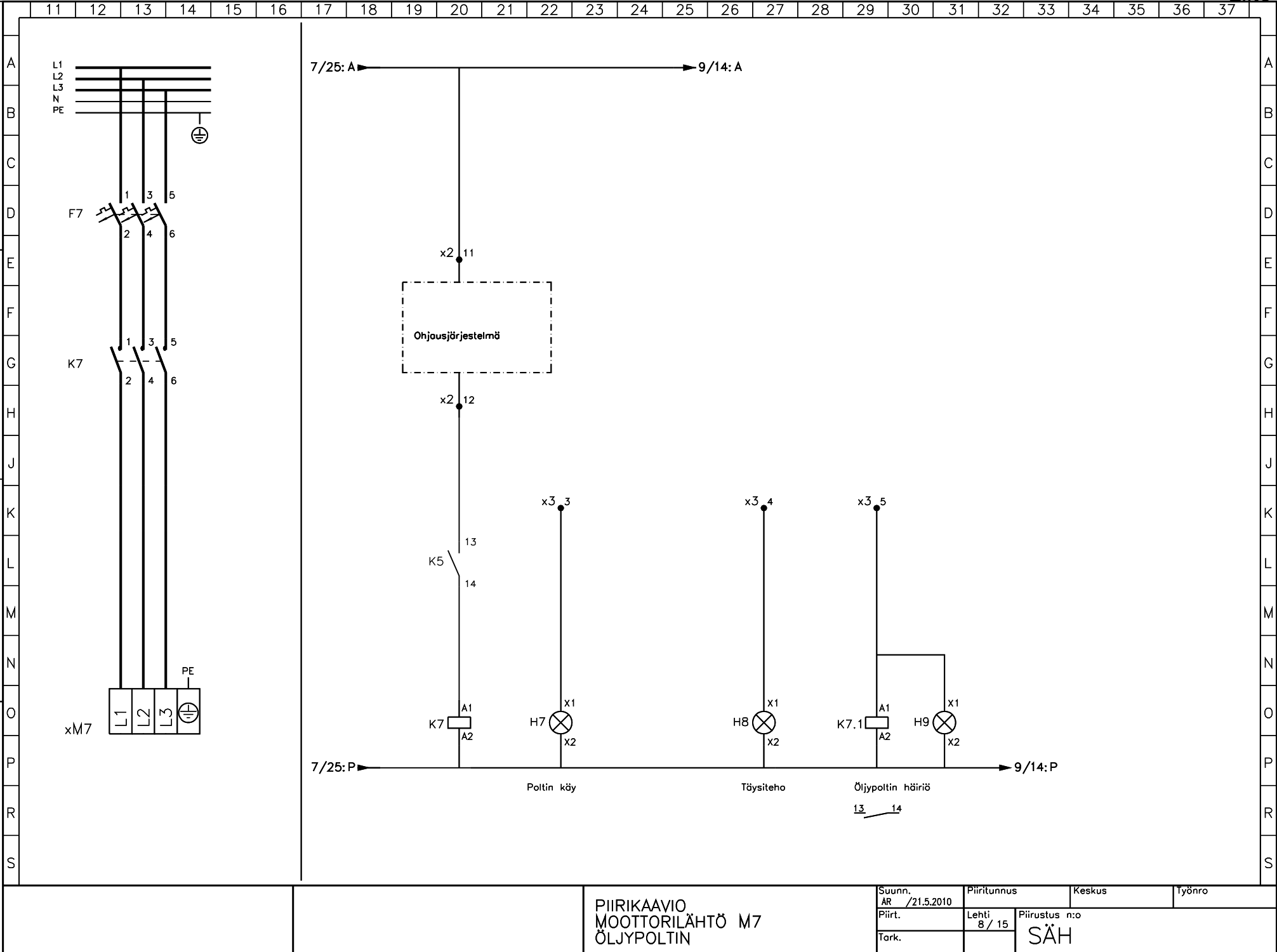
PIIRIKAAVIO
MOOTTORILÄHTÖ M5
PUHALLIN PEHMOKÄYNNISTYS

Suunn. AR /21.5.2010	Piiritunnus	Keskus	Työnro
Piirt.	Lehti 6 / 15	Piiustus n:o	
Tark.		SÄH	

5.10.2010

D muutos
E muutos
F muutos

A muutos
B muutos
C muutos



PIIRIKAAVIO
MOOTTORILÄHTÖ M7
ÖLJYPOLTIN

Suunn. AR /21.5.2010	Piiritunnus	Keskus	Työnro
Piirt.	Lehti 8 / 15	Piirustus n:o	
Tark.		SÄH	

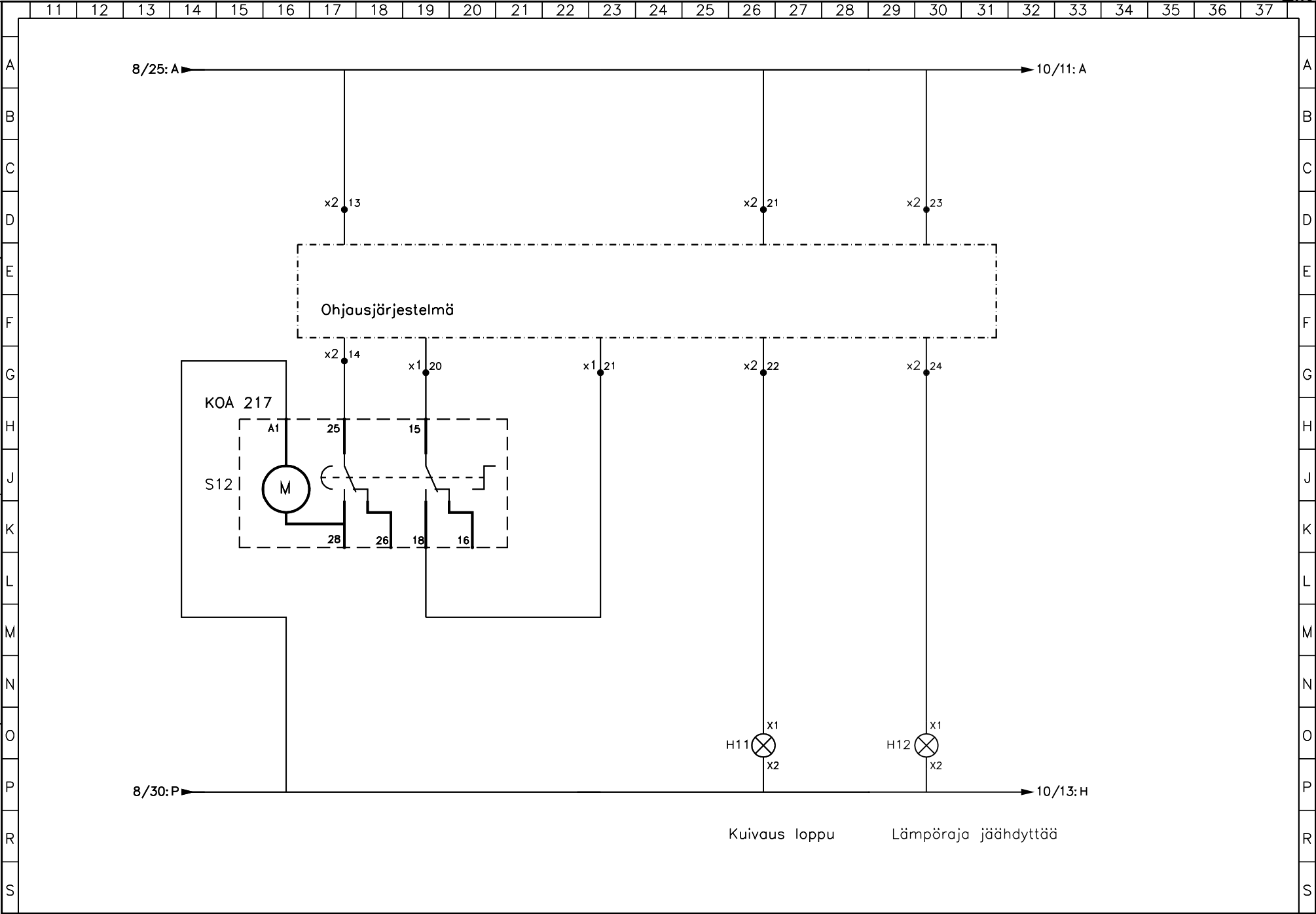


Suunn. AR /21.5.2010	Piiritunnus	Keskus	Työnro
Piirt.	Lehti 7 / 15	Piirustus n:o	
Tark.		SÄH	

21.5.2010

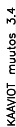
D muutos
E muutos
F muutos

A muutos
B muutos
C muutos



PIIRIKAAVIO
JÄÄHDYTYSAJASTINKELLO

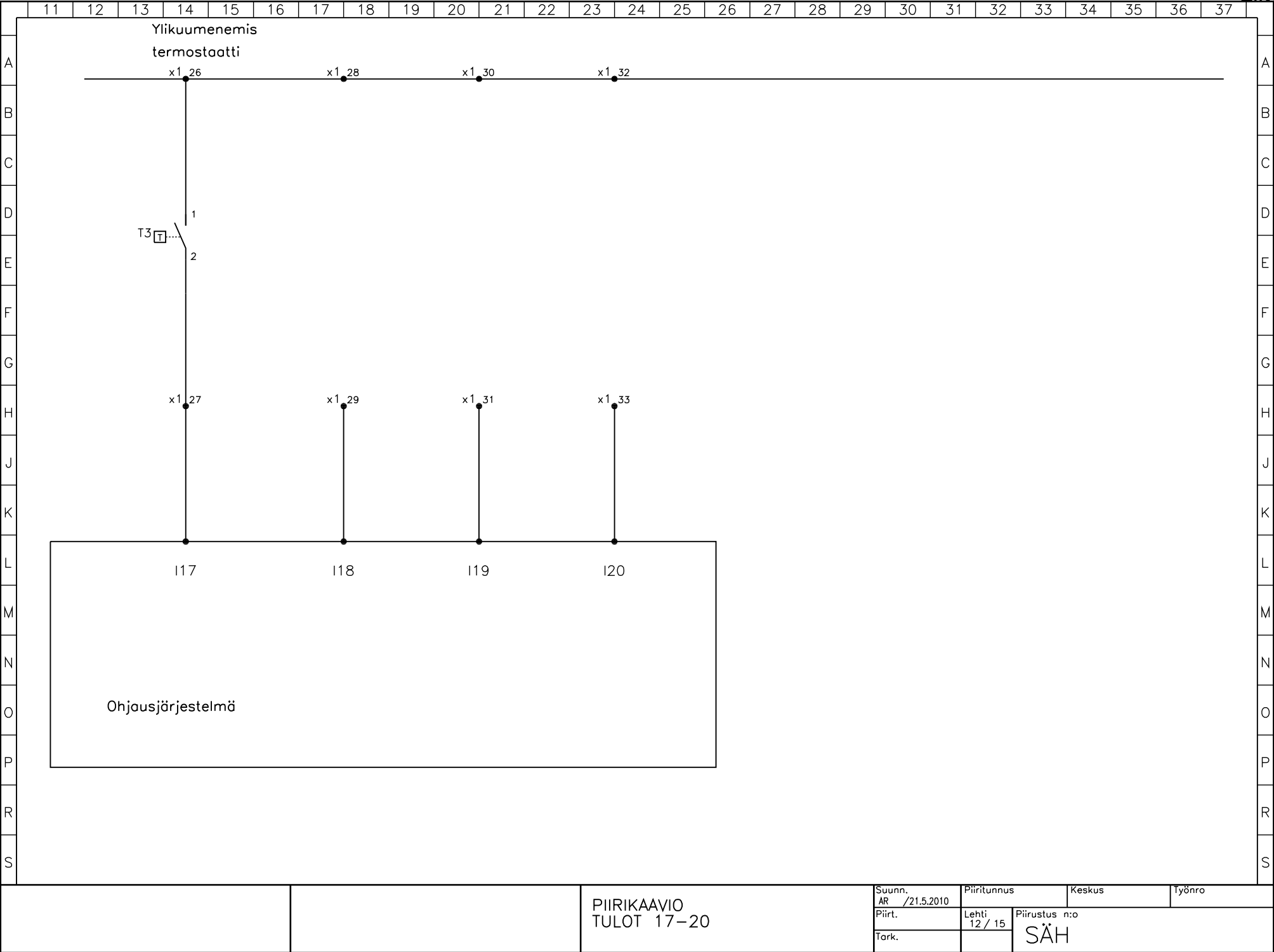
Suunn. AR /21.5.2010	Piiritunnus	Keskus	Työnro
Piirt.	Lehti 9 / 15	Piirustus n:o SÄH	
Tark.			





21.5.2010
KAAVIOT: A uusi

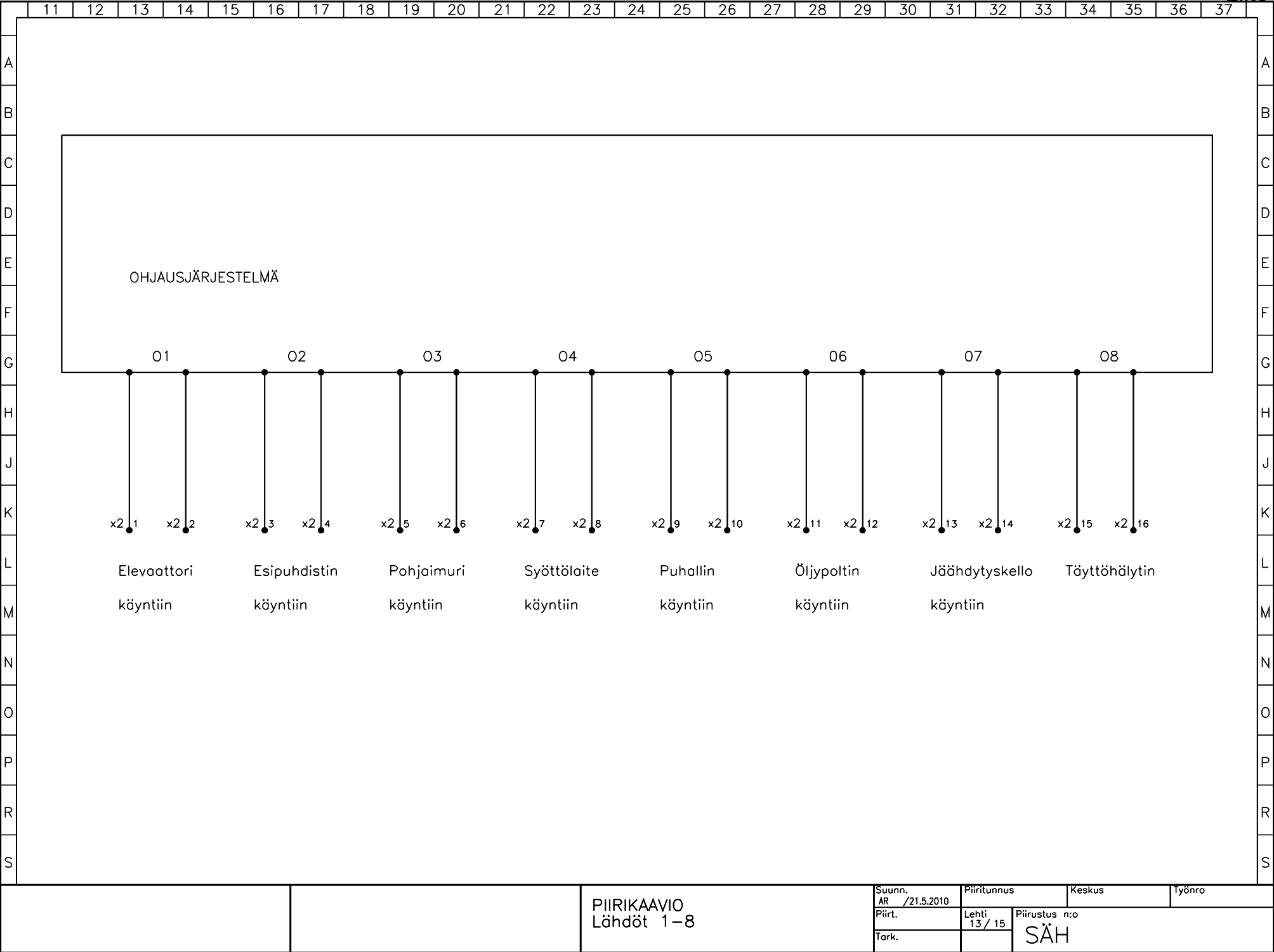
D muutos	E muutos	F muutos
A muutos	B muutos	C muutos



Suunn. AR /21.5.2010	Piiritunnus	Keskus	Työnro
Piirt.	Lehti 12 / 15	Piirustus n:o	
Tark.		SÄH	

21.5.2010
KAAVIOT: A, uusi

D muutos	A muutos	B muutos	C muutos
E muutos			
F muutos			



PIIRIKAAVIO
Lähdöt 1–8

Suunn. AR /21.5.2010	Piiritunnus	Keskus	Työnro
Piirt.	Lehti 13 / 15	Piirustus n:o	
Tark.		SÄH	

D muutos

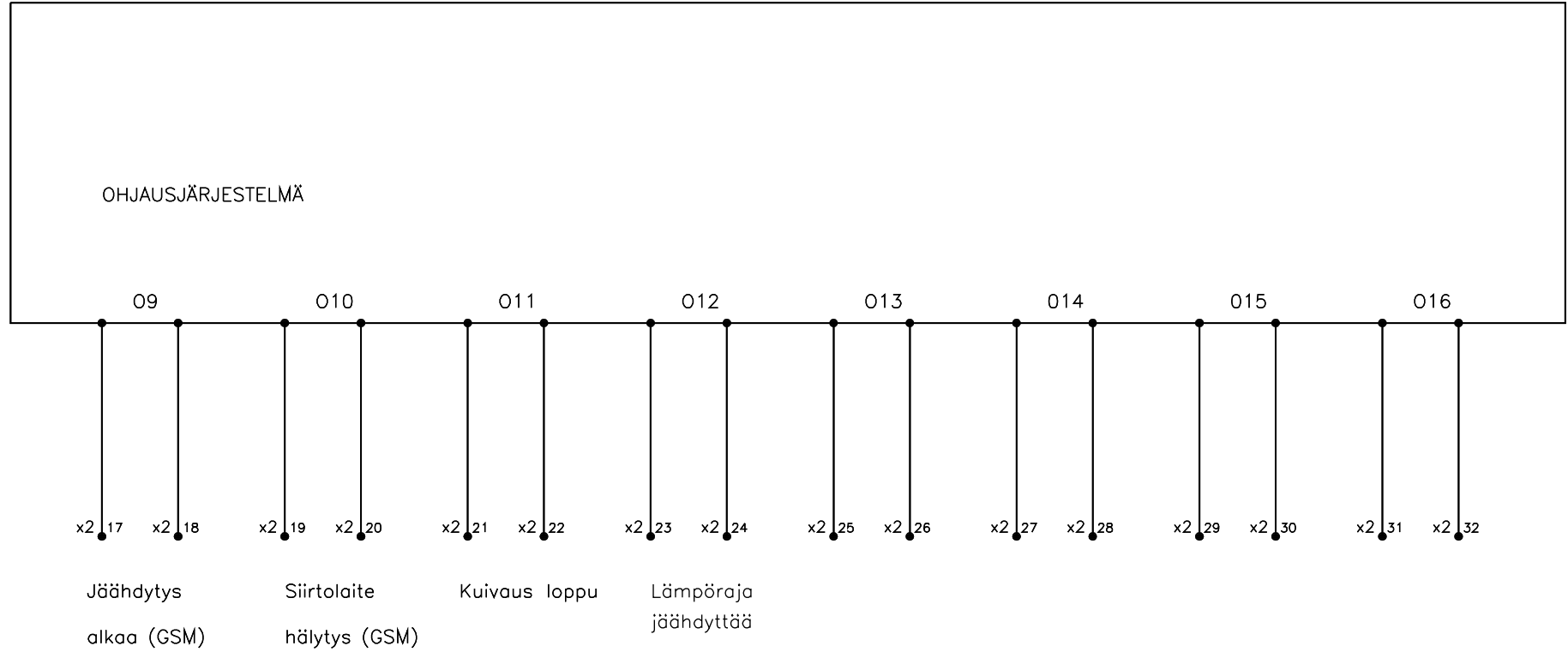
E muntos

F muutos

A muntos

B muutos

C muutos


$$\begin{array}{r} \text{x2} \overline{) 17} \end{array}$$

x2 | 18

x2 | 19

x2 | 20

$$x_2 \mid x_1$$

x2 | 22

$$x_2 \mid x_3$$
$$\begin{array}{c} \times 2 \quad | \quad 24 \\ \bullet \end{array}$$

x2 | 25

x2 | 26

$$x2 \mid 27$$
$$\begin{array}{r} \times 2 \quad | \quad 28 \\ \hline \end{array}$$

x2 | 29

x2 | 30

x2 | 31

$$\begin{array}{r} \times 2 \quad | \quad 32 \\ \bullet \end{array}$$

Jäähdytys
alkaa (GSM)

alkaa (GSM)

Siirtolaite
hälytys (GSM)

hälytys (GSM)

Kuivaus loppu

Lämpöraja
jäähdyttää

jäähdyttää

PIIRIKAAVIO
Lähdöt 9–16

Lähdöt 9–16

Suunn.
AR /21.5.2010

AR /21.5.2010

Piiritunnus

Lehti
14 / 15

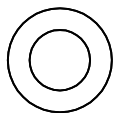
14 / 15

Piirustus n:o

SÄH

Keskus

Työnro



S0



H8



H9



H10



H11



H12



S0.1



H1



H2



H3



H4



H5



H6



H7



S1



S2



S3



S4



S5



S6



S7



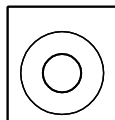
S13



S9



S8



S12



PÄÄKYTKIN

Keskuksen laiteluettelo

tunnus	koje	tekstikilpi
S0	Hätä-Seis painike	HÄTÄ-SEIS
S0.1	Hätä-Seis kuittauspainike	Hätä-Seis kuittaus
S1	1-0-2 kytkin	Elevaattori
S2	0-1 kytkin	Esipuhallin
S3	0-1 kytkin	Pohjaimuri
S4	0-1 kytkin	Syöttölaite
S5	0-1 kytkin	Puhallin
S6	0-1 kytkin	Tasokuljetin
S7	0-1 kytkin	Öljypoltin
S8	painike	Käynnistys
S9	K-0-A kytkin	Ohjaus
S12	Ajastinkello	Jäähdytysaikakello
S13	Tuntilaskuri	Käyntiaika
H1-7	Merkkilamppu (valkea)	
H8	Merkkilamppu (valkea)	Täysiteho
H9	Merkkilamppu (punainen)	Öljypoltin häiriö
H10	Merkkilamppu (punainen)	Täyttöhälytys
H11	Merkkilamppu (valkea)	Kuivaus loppu
H12	Merkkilamppu (keltainen)	Lämpöraja jäähdyttää